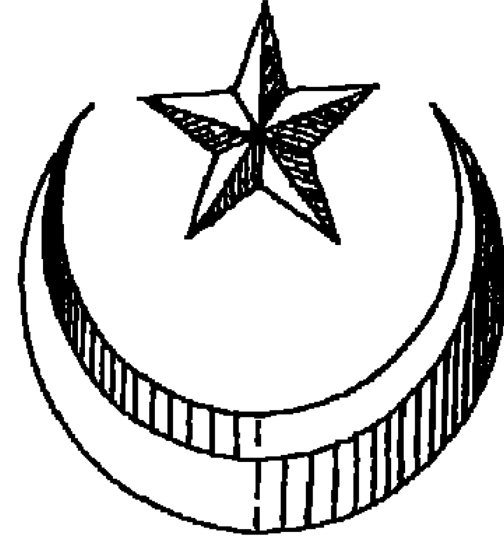


الجزء الثاني

من دروس الطبوغرافيا

الجاري تدريسها لتلامذة السنة الثانية من مدرسة المهندسخانة الخديوية

بمعرفة

حضرة عبد العزيز افندى فريد

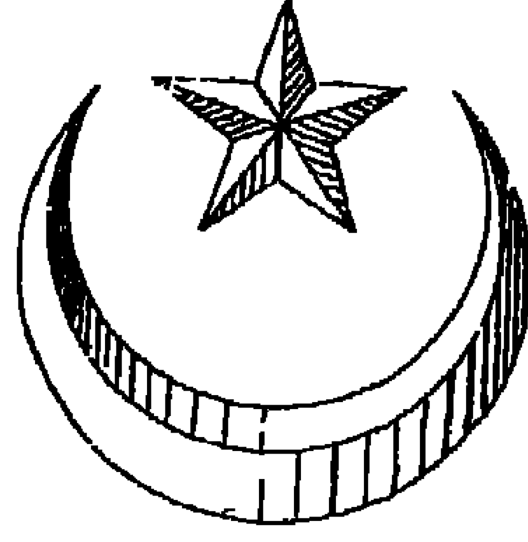
مدرس رياضة بالمدرسة

على حسب الجداول التفصيلية للعلوم الجاري تدريسها بمدرسة المهندسخانة الخديوية الصادر عليها قرار نظارة المعارف العمومية في ٣٠ اغسطس سنة ١٨٩٦ المجعولة ذيلا لقانون المدرسة المذكورة المصدق عليه من مجلس النظار في ٨ يونيه سنة ١٨٩٢

طبع في مدرسة المهندسخانة الخديوية بسراى درب الجماميز

سنة ١٨٩٦

افرنكية

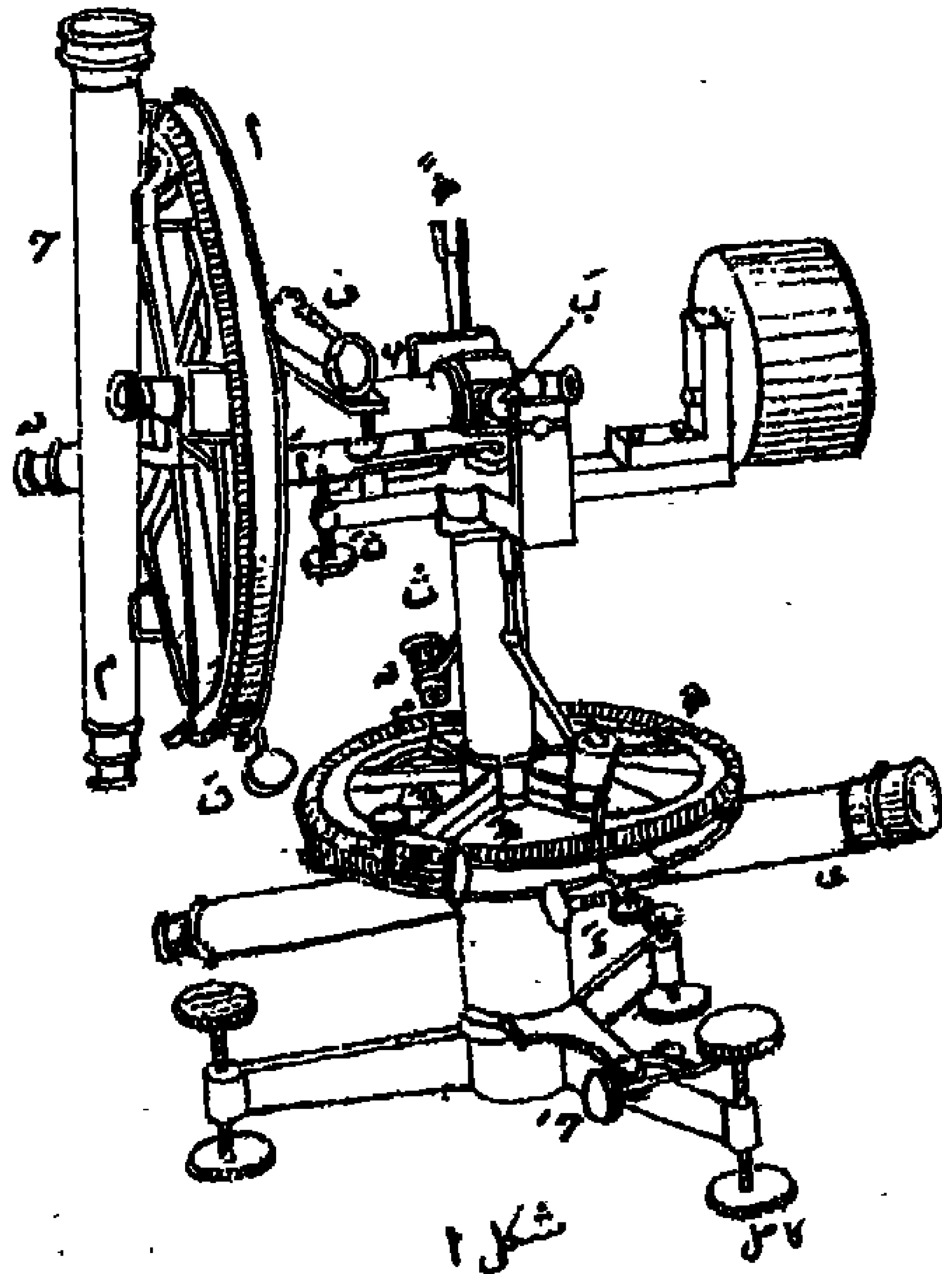


بسم الله الرحمن الرحيم

فى التيودوليت

التيودوليت آلة بواسطتها يمكن تعيين الزوايا الواقعة بين المرئيات محولة للأفق وتعيين الزوايا فى مستو رأسى أيضا وهيئته مبينة بشكل ١

ويتركب من حافتين مدرجتين احداهما رأسية والأخرى أفقية فالرأسية وهى ا مثبتة على نهاية محور افقى ب وتدور على نفسها حوله والمحور ب محمول على النهاية العليا للمحور الرأسى ث الذى يدور حول الحافة ا والمحور ب بحركة مشتركة وموجود فى الجهة المضادة للجهة الموضوعة عليها الحافة ا ثقل اتزان لأجل أن يتزن مع الحافة المذكورة بحيث انه بواسطة هذا الثقل يكون مركز ثقل الجملة الدائرة حول المحور ث موجودا على هذا المحور



شكل ١

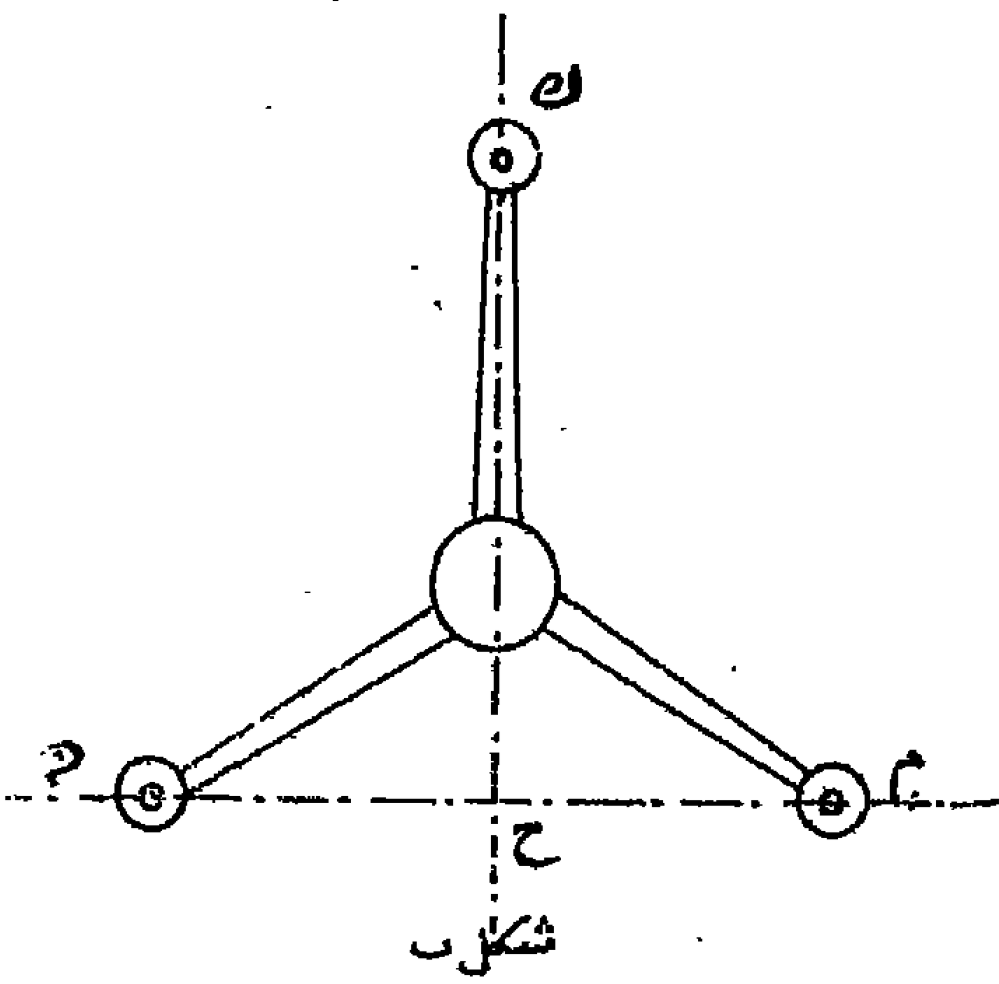
والحافة الثانية ه موجود فى مركزها بالضبط المحور الرأسى ث وتدور فى مستويها حوله واسفل الآلة مكون من ثلاث برم ارتكاز اسنتها تكون رؤوس مثلث متساوى الاضلاع وبواسطة هذه الاسنة الثلاث ترتكز الآلة بتمامها على حاملها

ومتى أريد استعمال الآلة فأول شيء يجرى عمله جعل المحور ث راسيا بالضبط ولأجل ذلك تستعمل برم الارتكاز الثلاث السابق ذكرها بتدوير تلك البرم كثيرا اوقليلا فى جهة أو فى الجهة الأخرى بحيث يتحصل على محو ميل المحور ث بالكلية ويعلم ذلك بواسطة روح التسوية ف الموجودة بالقرب من الوجه الداخل للدائرة الرأسية ا وانما لأجل الحصول بطريقة أكيدة وفى زمن قريب

قريب على الوضع الرأسى للمحور يتبع سير مخصوص نذكره فنقول

فيبتدأ بتدوير الآلة حول المحور ث الى أن تأتى روح التسوية فى الاتجاه الموازى الى الخط م ه الذى يمر ببرمتين من برم الارتكاز (شكل ب) ثم تدور الآلة المذكورة نصف دورة حول المحور ث بحيث تأتى روح التسوية أيضا موازية للخط م ه السالف ذكره فإذا أخذت الفقيعة فى هذين الوضعين [لروح التسوية] وضعا واحدا داخل الانبوبة فهذا يدل على أن المحور ث ليس مائلا فى اتجاه الخط م ه أعنى لا يميل نحو النهاية م ولا نحو ه

واذا كانت فقيعة روح التسوية لا تشغل وضعا واحدا فى الوضعين المتتاليين السابق ذكرهما فهذا يدل على أن المحور ث يميل نحو م أو نحو ه وحينئذ فيؤثر على كل من البرمتين المارتين بالخط م ه أو على احداهما لأجل تصليح المحور فى الجهة التى تبينها روح التسوية ثم تعاد العملية التى صار اجراؤها سابقا لأجل ان يعرف اذا كان ميل المحور فى اتجاه الخط م ه صار نحو م أم لا ومن النادر أن تتم عملية تحويل المحور السابق ذكره من أول دفعة وانما يتوصل لنحوه دائما بعد عمل جملة عمليات مثل السابقة



شكل ب

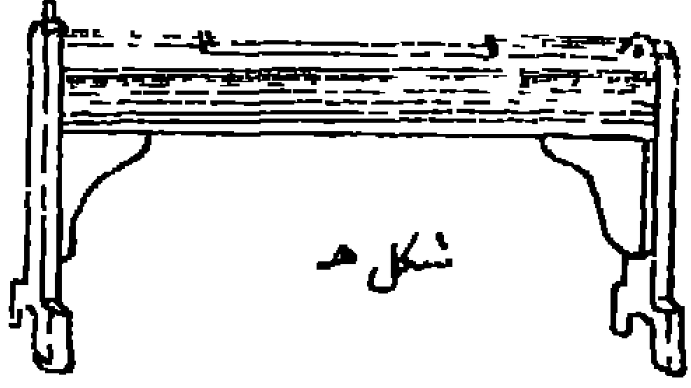
ومتى تحقق أن المحور ث ليس له أدنى ميل فى اتجاه الخط م ه تدور الآلة جميعها حول المحور المذكور الى أن تأتى روح التسوية فى اتجاه مواز ح ك الذى يمر ببرمة الارتكاز الثالثة وعمودى على الخط م ه ثم يكرر ما أجرى على الاتجاه م ه بالنسبة للاتجاه ح ك مع الاعتناء بأن لا تلمس الا البرمة الثالثة الموجودة على اتجاه ح ك لأجل تصليح المحور ث فى اتجاه الخط المذكور

ومتى صار تصليح المحور المذكور فى اتجاهين مختلفين متعامدين فيكون رأسيا بالضبط وعليه يلزم أن تكون فقيعة روح التسوية باقية فى محل واحد من الانبوبة بالنسبة لجميع الاوضاع التى تأخذها الآلة بدورانها حول المحور ث المذكور

وبواسطة برمة أ التى بها يمكن رفع أو خفض احدى نهايتى روح التسوية يتوصل لجعل الفقيعة فى وسط الانبوبة بغاية الضبط عند اجراء جعل المحور ث رأسيا كما ذكر

ومتى صار المحور ث رأسيا يجب جعل مستوى الدائرة ا رأسيا ولذلك يصنع المحور ب لهذه الدائرة بكيفية بحيث يمكن دورانه دورة صغيرة حول محور أصغر ت وبواسطة البرمة ث التى تسمح برفع أو خفض نهاية المحور ب على حسب الارادة يصير تدوير المحور المذكور حول المحور ت وبهذه الكيفية يتوصل لجعل الدائرة ا رأسية بالضبط فى جميع الجهات اذا كان المحور ب التى تدور حوله الدائرة المذكورة صار افقيا باستعمال روح التسوية المتحركة المبينة فى (شكل ح)

ويوجد فى نهايتى روح التسوية المذكورة رجلان بواسطتهما يمكن وضعها على المحور ب وارتكازهما عليه فى نقطتين منه شكلهما اسطوانى وقطرهما واحد وبواسطة اللسان الصغير ذى الشعبتين هـ (شكل هـ) يمكن حفظ روح التسوية فى الوضع السالف ذكره ومنعها من السقوط فى احدى الجهات

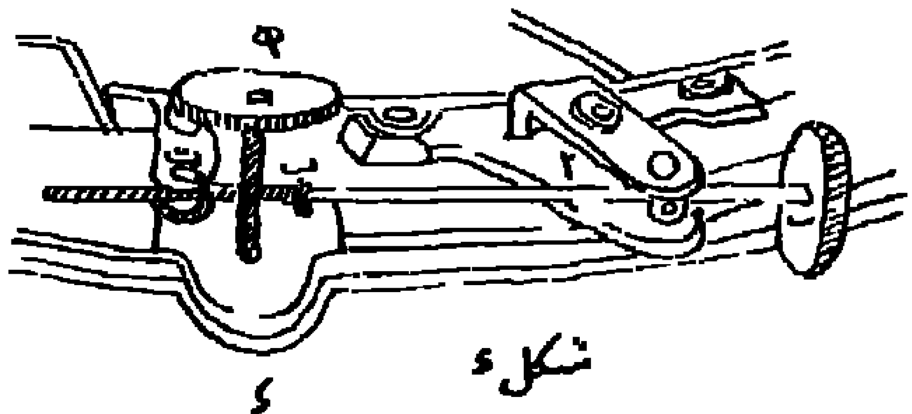


وبعد وضع روح التسوية على المحور ب ورصد الوضع الذى تشغله الفقيعة داخل الانبوبة ترفع روح التسوية وتوضع فى محلها بالثانى بعد تدويرها نصف دورة ويلاحظ ان كانت الفقيعة أخذت وضعا واحدا داخل الانبوبة فى الدفعتين أم لا وبهذه الكيفية يتوصل لمعرفة ان كان المحور ب افقيا أو يحتاج لتدوير البرمة ث فى احدى الجهتين للحصول على الوضع الأفقى ومثبت على الدائرة الرأسية ا نظارة حـ وهذه النظارة مثبتة على الدائرة المذكورة بواسطة تثبيتها على دائرة كاملة تتحرك بالتماس داخل الدائرة ا

وجميع جزء الآلة الموجود اعلى الدائرة الافقية هـ مربوط بدون تغير بدائرة كاملة تتحرك بالتماس داخل الدائرة هـ

وكل من هاتين الحركتين يمكن اجراؤها مرتين الاولى بسرعة بواسطة اليد لأجل اعطاء النظارة حـ أو الدائرة ا الوضع المطلوب تقريبا والثانية ببطئ بواسطة برمة الحركة البطيئة لجعل النظارة أو الدائرة المذكورة فى الوضع المطلوب بغاية الضبط

ويتركب الجزء الذى يستعمل لأجزاء الحركة البطيئة من قطعة ا (شكل ء) متبتة على الدائرة الداخلة ومن برمة طويلة ب ب تتحرك داخل قطعة مثبتة على القطعة ا موجودة بالقرب من رأس البرمة المذكورة وهذه البرمة نافذة بطرفها الآخر داخل مأوى ث متبتة على المقبض ء الذى فكاه أحدهما موجود أعلى النهاية الرقيقة للدائرة الخارجة والآخر اسفلها ويوجد أيضا فى الجزء المذكور برمة هـ معدة لتقريب الفكين المذكورين من بعضهما بحيث



انهما يزنقان نهاية الدائرة الخارجة بينهما أعنى بواسطة الزنق المذكور تثبت المأوى ث على الدائرة الخارجة ومتى أريد تحريك الدائرة الداخلة بسرعة أو بكمية كبيرة تفك البرمة هـ وبذلك تصير الدائرة الداخلة مطلقة الحركة ويمكن تحريكها داخل الدائرة الخارجة بسهولة بواسطة الدفع باليد ومتى صارت الدائرة الداخلة المذكورة فى الوضع المطلوب تقريبا تثبت برمة الثبات هـ السالف ذكرها وبناء عليه فالمقبض ء والمأوى ث يكونان ثابتين على الدائرة الخارجة

ولأجل تحكيم جعل الدائرة الداخلة فى الوضع المطلوب يصير تدوير برمة الحركة البطيئة ب فتتحرك داخل المأوى ث السالفة الذكر ويتسبب عن تلك الحركة تحريك القطعة ا المثبتة على الدائرة الداخلة بحركة بطيئة وبناء عليه تتحرك الدائرة المذكورة حركة بطيئة كذلك

ويوجد

ويوجد شل الجزء السابق جزء هَ (شكل) مشتمل على المقبض وعلى برمة الثبات ثم برمة الحركة البطيئة وهذا الجزء معد لربط الدائرة هـ (شكل) مع الدائرة التى تتحرك داخلها ويوجد تركيب مشابه لذلك معد لربط الدائرة ا بالدائرة التى تحرك وقد يوجد خلاف المقبضين السابق ذكرهما مقبضان آخران مشابهان لهما وهما ى ا ف معد أحدهما لتثبيت الدائرة الافقية هـ مع اسفل الآلة وتحريكها عند اللزوم بحركة بطيئة حول المحور ث والآخر لتثبيت الدائرة الرأسية ا وتحريكها عند اللزوم أيضا بحركة بطيئة حول محورها

وتوجد نظارة أخرى ى (شكل) مثبتة فى أسفل الآلة ولا يمكن تحريكها الا حركة قليلة فى اتجاهات مختلفة فى كل من جهتى وضعها الحالى وهذه النظارة ليس لها فائدة سوى ان يتحقق بها ان اسفل الآلة بقى ثابتا فى كامل مدة الأعمال

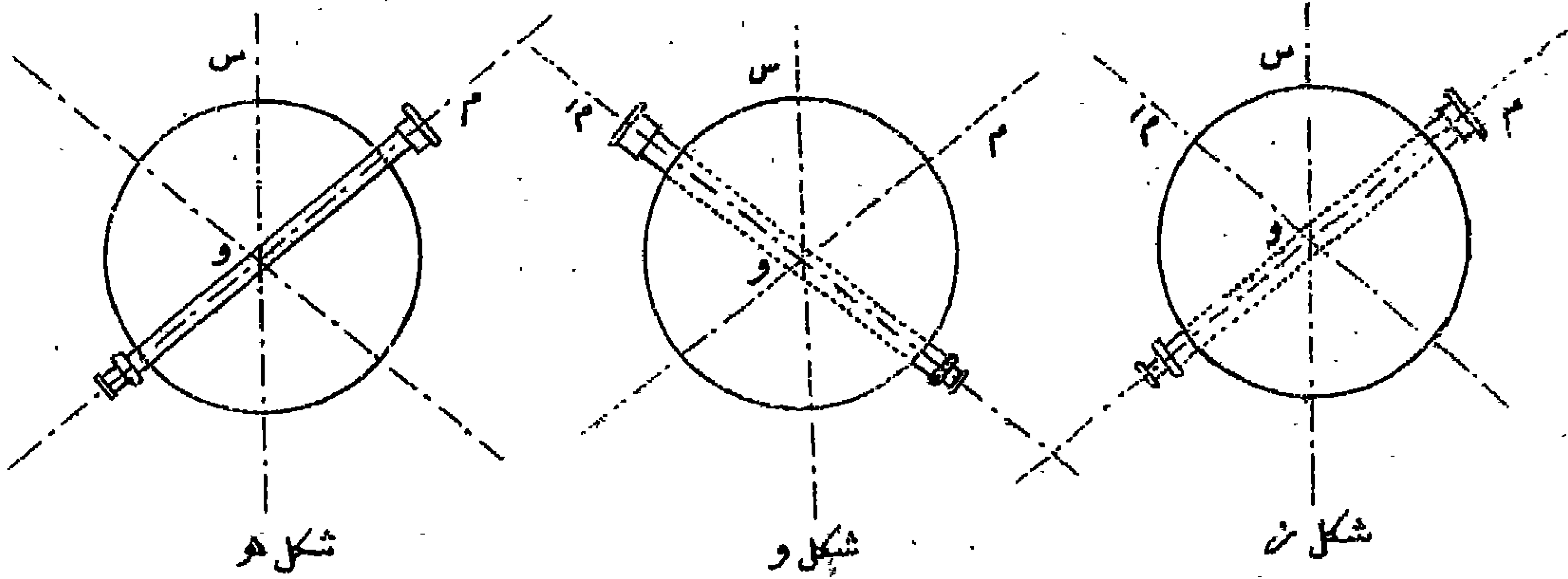
ولاجل ذلك يوجه المحور البصرى للنظارة المذكورة بواسطة حركتها القليلة التى يمكن ان تتحرك بها على اتجاه نقطة حينما اتفق سهلة المعرفة وموجودة على بعد كبير نوعا من المحل الموجودة فيه الآلة ثم من زمن لآخر فى اثناء الشغل بالآلة ينظر بالنظارة ى المذكورة الى النقطة الثابتة السالف ذكرها لاجل التأكد مما اذا كانت النظارة المذكورة لم تزل باقية فى الاتجاه الذى وجهت عليه أم لا حتى يعلم ان كان اسفل الآلة تحرك عن موضعه فى اثناء الشغل أو بقى ثابتا على أصله

ويوجد برمة حركة بطيئة حَ معدة لتحريك النظارة ى المذكورة بحركة بطيئة لأجل توجيهها بالضبط على النقطة الثابتة المطلوب توجيه النظارة اليها

ولاجل تقدير الزاوية الواقعة بين مستويين رأسيين مارين بشيئين معلومين يقتضى تدوير الجزء العلوى للآلة ابتداء ماعدا الحافة المقسمة هـ لغاية ما يأتى صفر تقاسيم الورنية الموجودة على الدائرة الداخلة المتحركة بالضبط على صفر تقاسيم الحافة المذكورة ثم تثبت الدائرة الداخلة المذكورة مع الحافة المدرجة هـ فى الوضع المذكور بواسطة المقبض هَ ثم بعد ذلك تدور الحافة هـ مع جميع باقى الآلة الموجود عليها ويحرك حينئذ النظارة حـ حول مركز الدائرة ا لحينما يأتى المحور البصرى لهذه النظارة فى اتجاه الشيء الأول من الشيئين المطلوب رصدهما وتثبت الحافة هـ فى هذا الاتجاه بواسطة المقبض ى ثم بعد فك المقبض هَ يلزم تدوير اعلى الآلة حول المحور ث بحيث يمر المحور البصرى للنظارة حـ بالشيء الثانى فحينئذ صفر تقاسيم الدائرة المتحركة داخل الحافة هـ يقطع قوسا على الحافة المذكورة بالحركة التى صار اجراؤها حول المحور ث السالف ذكره يكون هو معيار الزاوية المطلوبة وهذا القوس يمكن معرفة مقداره بقراءة عدد التقاسيم التى قطعها صفر الورنية ويستعان على تلك القراءة بواسطة جملة ورنيات تقاسيمها تصير داخلة بواسطة زجاجات غير مصقولة م ا مَ وميكروسكوبات ى ا ىَ يمكن تحريكها الى أن تأتى فوق الورنيات المذكورة لسهولة رصد التقاسيم

ومتى اريد تعيين البعد السمتى لنقطة بواسطة التيودوليت تدور النظارة حـ على الدائرة ا الى أن يأتى صفر الورنيه على صفر تقاسيم الحافة وتثبت الدائرة الداخلة مع الحافة فى هذا الوضع ثم بعد ذلك تدور الدائرة مع

النظارة ابتداء حول المحور ا حتى يأتى المستوى الرأسى للدائرة المذكورة ويمر بنقطة م (شكل هـ) التى يراد رصدها وبعد ذلك تدور النظارة حول المحور ب حتى يأتى المحور البصرى لها ويمر بالضبط



بنقطة م المذكورة وبعد تثبيت الدائرة ا بواسطة المقبض ق تدور الآلة بتمامها حول المحور ت نصف دورة لأجل جعلها فى الوضع المبين فى (شكل و) ثم تفك النظارة حـ وتدور بمفردها حول محور الدائرة حتى تمر بنقطة م (شكل ز) وحينئذ فيكون من الواضح أنه فى هذه الحركة تكون النظارة دارت بزاوية م و مَ التى هى ضعف البعد السمتى م و س المراد تعيينه ثم بقراءة عدد الدرج والدقائق والثوانى من التقاسيم التى قطعها صفر الورنيه المصحوبة بالنظارة حـ وأخذ نصفه يكون الناتج مقدار البعد السمتى المطلوب

ولأجل تحديد الاتجاه الذى يوجد فيه شيء معين يقتضى تعيين الزاوية التى يصنعها هذا الاتجاه مع الخط الرأسى المار بالشيء المذكور وبين مستوى رأسى مخصوص مجعول أصلا للمقارنة وحينئذ فمعرفة هاتين الزاويتين تكفى فى الواقع لمعرفة وضع الشيء المعين بدون أدنى شبهة فالزاوية الأولى منهما تسمى بالبعد السمتى للشيء المذكور والثانية تسمى بسمته

ويمكن بواسطة التيودوليت تعيين الزاويتين المذكورتين فى آن واحد بغاية الضبط والدقة ولذلك نتصور أن الحافة هـ كانت مثبتة بواسطة المقبض ء فى وضع بحيث يكون صفر تقاسيم الورنيه موجودا فى محاذاة صفر تقاسيم الحافة والنظارة حـ موجهة فى المستوى الرأسى الثابت المجعول أصلا للسموت ثم نتصور أيضا أن الحافة ا كانت موضوعة بكيفية بحيث أن يكون صفر تقاسيم الورنيه المتحركة مع النظارة حـ موجودا فى محاذاة صفر الحافة المذكورة عندما كان المحور البصرى للنظارة رأسيا بغاية الضبط وحينئذ فيكفى تدوير جميع أعلى الآلة حول المحور ت بدون تحريك الحافة هـ مع تدوير النظارة حـ حول مركز الدائرة ا بدون دوران الدائرة المذكورة لحين ما يأتى المحور البصرى للنظارة فى اتجاه الشيء المعين المقصود وبناء عليه فسمت ذلك الشيء يكون معينا على الحافة هـ والبعد السمتى له يكون معينا على الدائرة ا ولهذا السبب سميت الدائرة الافقية هـ فى الغالب باسم دائرة السموت

تنبيه ٨ ـ يجب من بعد جعل المحور ت رأسيا بواسطة روح التسوية ف من بعد ضبطها وجعل المحور ب أفقيا بواسطة روح التسوية (شكل ح) أن يتحقق من أن المحور البصرى للنظارة حـ يكون عموديا على المحور الأفقى السالف ذكره

ذكره اى يكون عموديا على محور دورانها ولذلك يجرب بالنظارة حـ المذكورة على شيء يكون بعيداً بحيث يكون تأثير اختلاف وضع مركز النظارة غير محسوس بالنسبة لبعد الشيء المذكور ثم تقرأ القراءة على الحافة الافقية ، ويرمز لها بالرمز ـ ثم تدور الآلة بمقدار ١٨٠° مع بقاء الحافة هـ ثابتة وحينئذ فالنظارة توجد على يسار المحور اذا كانت في مبدأ الأمر على يمينه وبعد ذلك تدور النظارة حول محور الدوران ب الى أن يأتى المحور البصرى ويمر بالشيء السالف ذكره وتقرأ حينئذ القراءة المقابلة لذلك الوضع على الحافة الافقية ولنرمز لها بالرمز ـَ وحينئذ اذا كان المحور البصرى عموديا على المحور الافقى للنظارة يكون

ـَ = ـ + ١٨٠°

وان لم يكن المحور البصرى المذكور عموديا على المحور الافقى السالف ذكره فيكون مائلا عليه ولنفرض أن مقدار الخطأ الصغير الحاصل هو و وحينئذ يحدث

ـَ ـ ـ = ١٨٠° ± ٢و

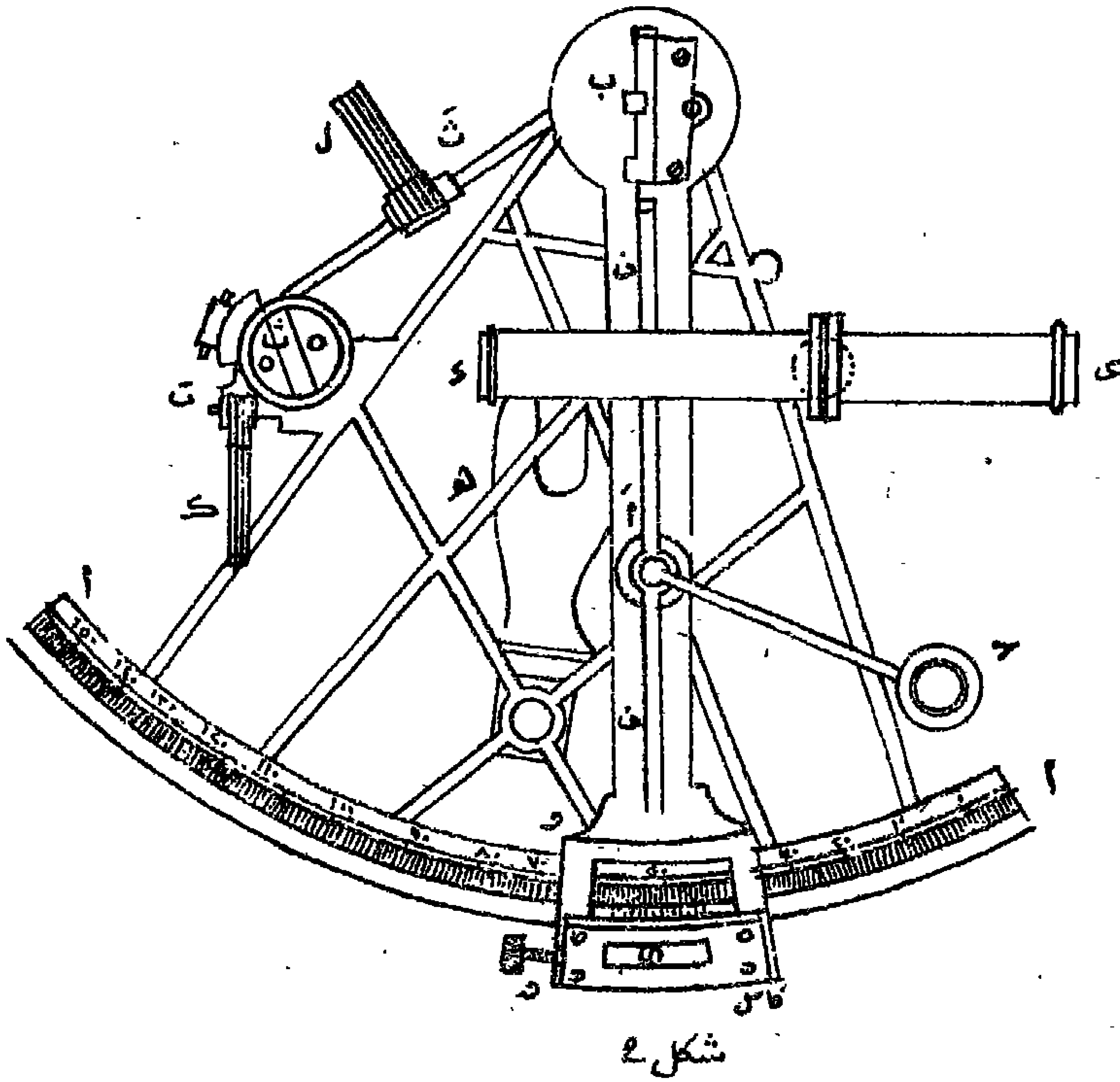
وحينئذ لاجل تصليح هذا الخطأ يلزم اولا تحريك صفر تقاسيم الورنيه على الدائرة الافقية بواسطة برمة الحركة البطيئة للمقبض هـَ الى ان يكون مقدار القراءة مساويا ـَ ∓ و وثانيا يصير تحريك حامل شعر النظارة بواسطة برمة لحين ما تأتى نقطة تقاطع الشعرتين على الشيء المفروض

فى السكستان

لاجل عمل الخرطة الابتدائية تستعمل لقياس الزوايا آلة تسمى السكستان وهذه الآلة مستعملة أيضا عند البحارة وتسميتها بهذا الأسم بسبب أن جزءها الأصلى قوس مقداره ٦٠° تقريبا وسيتضح أنه يمكن ان يقاس بالآلة المذكورة جميع الزوايا التى لا تزيد عن ١٢٠° بسبب ان الاقواس التى مقدارها ٢ُ على الآلة تقدر بدرجة كما ستوضح اسباب ذلك

وتتركب هذه الآلة [شكل ٦] من قوس مدرج ٢٢ مقداره ٦٠° تقريبا ومن مرآتين ب ، ث متبنتين بالتعامد على سطح القوس المذكور وهاتان المرآتان معدتان لانعكاس الاشعة الضوئية الآتية من الاشياء الموجودة وسنشرح تركيبها عند الكلام عليهما

وتتركب الآلة المذكورة من نظارة د مثبتة على احدى جانبيها وموجهة فى اتجاه المرآة الصغيرة ث المستعملة لجمع الاشعة الضوئية وادخالها فى عين الراصد والمرآة الصغيرة المذكورة مثبتة على السكستان بخلاف المرآة الكبيرة ب فانها تدور حول مركز الحافة مع العضادة ف المثبتة عليها والمرتبطة بها بدون تغير وبواسطة الورنيه و الموجودة فى نهاية العضادة ف يمكن قراءة الكمية التى تدور بها المرآة الكبيرة على الحافة المدرجة من بعد تثبيت العضادة بواسطة المقبض هـ على الحافة المدرجة المذكورة وتركيب هذا المقبض كتركيب المقبض المبين بشكل وقد يوجد ميكرسكوب ح مثبت على العضادة ف بواسطة قطعة تدور حول نقطة أ بحيث يمكن ان يؤتى به على تقاسيم الورنيه بسهولة وقد يوجد ايضا مقبض هـ مرتبط مع الآلة من خلف ويستعمل لمسك الآلة مدة الاستعمال



وعند ما تكون اليد اليمنى للراصد قابضة
على المقبض هـ تكون يده اليسرى مؤثرة
على نهاية العضادة أو الأليداد سواء
كان لأجل دفعها أو لأجل جذبها على
الحافة أو لأجل ربط برمة الثبات أو
لأجل تحريك برمة الحركة البطيئة أيضا
وذلك لاجل مجيئ المرآة الكبيرة في الوضع
المناسب بغاية الضبط
ثم أن المرآتين ب، ث مكونتان
من قطعتين صغيرتين من البلور وكل منهما
ذو وجهين مستويين ومتوازيين وملغين
من الوجه الخلفي الا أن المرآة الصغيرة
ث ليست ملغية جميعها بل لغاية نصف
ارتفاعها الأسفل فقط وأن نصف الأرتفاع العلوى باق بدون ملغمة وتمر منه الاشعة الضوئية
بدون انكسار

ولقياس زاوية بواسطة السكستان يمسك من المقبض هـ ويوضع أمام العين ويميل قليلا أو كثيرا
بحيث ان سطحه يأتى في مستوى الزاوية المطلوب تعيينها وبعد ذلك يحرك بكيفية بحيث ان النظارة تمر بأحد
المشيئين المارين احد ضلعى الزاوية بواسطة رصده من الجزء الشفاف للمرآة ث ثم تمسك نهاية
الاليداد أو العضادة بواسطة اليد اليسرى ويجرى تحريكها مع المرآة الكبيرة ب حول مركز الحافة
بدون انقطاع النظر من النظارة في مدة هذه الحركة وحينئذ يشاهد صور جملة أشياء مختلفة تمر
أمام الشيئ الثابت المتجهة عليه النظارة وهذه الصور هي صور الاشياء البعيدة كثيرا أو قليلا من
الشيئ الأول التى تأتى اشعتها وتمر داخل النظارة من بعد أن تسقط ابتداء على المرآة ب وتنعكس منها
وتسقط على المرآة الصغيرة ث وتدخل بعد ذلك في النظارة ومتى نظرت صورة الشيئ المحدد للضلع
الثانى للزاوية يثبت الاليداد بواسطة برمة الثبات ثم تحرك العضادة المذكورة بواسطة برمة الحركة
البطيئة الى أن تأتى صورة الشيئ المتحرك بالضبط على استقامة صورة الشيئ الثابت المتجهة اليه النظارة
والموجود على الضلع الأول للزاوية وحينئذ فمقدار الدرج والدقائق والثوانى الذى قطعه صفر الورنيه
على الحافة المقسمة يكون مقدار الزاوية الواقعة بين الشيئين المذكورين التى رأسها هي الآلة وسنوضح
كيفية تكوين هذه الزاوية على الآلة فنقول

نفرض ابتداء أن العضادة موضوعة على الحافة بحيث تكون المرآة الكبيرة شاغلة للوضع هـ هـ الذى تكون
فيه

فيه موازية للمرآة الصغيرة ت (شكل ط)

ومتى كانت النظارة ى ء متجهة نحو الشيء ش البعيد كثيراً فانه لا تشاهد داخلها فقط صورة الشيء مباشرة بل تشاهد ايضا صورة الشيء المذكور المتحصلة بواسطة الأشعة التي تنعكس مرتين على المرآتين ب، ت ولكن هاتان الصورتان يتحدان بحيث تشاهد ان كصورة واحدة ولبيان ذلك يقال

أن الشعاع ش ب الساقط على المرآة الكبيرة ينعكس أولا ويسقط على المرآة الصغيرة في الاتجاه ب ت وينعكس منها داخل النظارة في اتجاه ت ى الموازى للاتجاه ش ب بسبب توازى المرآتين

ش ط

وبناء عليه فترى صورة الشيء ش الآتية من الانعكاس على استقامة صورته الأصلية الآتية بدون انعكاس من الجزء الشفاف

ولكن عند تحريك المرآة الكبيرة من الوضع هـ هـ الموازى للمرآة الصغيرة ت الى وضع آخر بواسطة تحريك الأليداد أو العضادة على الحافة يشاهد أن صورة الشيء ش المتحركة تنفصل عن الصورة الأصلية الثابتة وحينئذ فالصورة المتحصلة من الانعكاس المضاعف تتباعد وتصير معوضة على التوالي بصور أشياء أخرى متحصلة من الانعكاس المضاعف على المرآتين المذكورتين

ومتى أخذت المرآة الكبيرة الوضع هَ هَ يمكن أن يوجد على المرآة الصغيرة صورة شيء آخر بعيد مثل شَ مثلا متحد مع الصورة الاصلية ش ولكن عند مرور المرآة الكبيرة من الوضع هـ هـ الى الوضع هَ هَ فأنها تدور حول مركز الحافة بزاوية قدرها و ب وَ وحينئذ فالعمودى ب د للمرآة في الوضع الأول يدور بزاوية مساوية الى د ب دَ ويأتي في الوضع ب دَ أعني تكون زاوية و ب وَ = زاوية د ب دَ

ولكن بالنسبة للمرآة ب في الوضع هَ هَ يحدث

ش ب شَ + ش ب دَ = دَ ب د + د ب ت

وبالنسبة للمرآة المذكورة في الوضع هـ هـ يحدث ايضا

ش ب دَ + دَ ب د = د ب ت

وبطرح هذه المعادلة من المعادلة الأولى طرفا بطرف مع الاختصار يحدث

شَ ب ش − دَ ب د = دَ ب د أو

شَ ب ش = ٢ دَ ب د

وحيث كان دَ ب د = و ب وَ فيكون

شَ ب شَ = ٢ و ب وَ

أعني أن الزاوية الواقعة بين الشيئين تكون ضعف درج القوس المحصور بين وضع الاليداد بالنسبة لوضع المرآة ب في الوضع الأول وبين وضع الاليداد بالنسبة لوضع المرآة ب في الوضع الثاني

ولأجل ان يكون صفر الورنيه واقفا على القراءة المبينة مباشرة للزاوية الواقعة بين اتجاهي الشيئين ش ، شَ يوضع صفر تقاسيم الحافة في النقطة التي يقف فيها صفر الورنيه حينما تكون المرآة الكبيرة شاغلة الوضع ﻫ ﻫ أعني حينما تكون موازية للمرآة الصغيرة ثم تقسم دائرة السكستان أي حافته بالابتداء من هذه النقطة الى اقسام متساوية بحيث ان كل قسم منها يكون نصف القسم المعتاد المأخوذ على الدائرة الأصلية للقوس المذكور باعتبار تقسيمها الى ٣٦٠ قسما متساوية أعني تعتبر الدرجة من الدائرة الأصلية بنصف درجة من حافة السكستان وتمر حافة السكستان من ٠° الى ١٠° على اقسام الحافة المبينة من ٥° الى ٥° لأجل قراءة الزاوية الواقعة بين الشيئين مباشرة على حافة السكستان

اذا تقرر هذا وأتت صورة الشيء شَ على استقامة الشيء الأول في المرآة الصغيرة تقريبا بتحريك المرآة الى الوضع ﻫَ ﻫَ فتثبت العضادة بواسطة برمة الثبات وبحكم وجود الصورة المتحركة على استقامة الصورة الثابتة بواسطة برمة الحركة البطيئة ثم يقرأ عدد الدرج والدقائق والثواني المحصور بين صفر تقاسيم الحافة وصفر الورنيه فهذا العدد يكون مقدار الزاوية الواقعة بين الشيئين المذكورين

والنظارة ى ء عادة ليست مثبتة بكيفية غير متغيرة على السكستان بل أنها تتحرك بالتوازي لنفسها في مستو عمودي على سطح السكستان بمعنى انه يمكن تقريبها أو تبعيدها من السطح المذكور

وبالنسبة لهذه الحركة يتوصل لجعل الخط الفاصل بين الجزء المعتم والشفاف على المرآة الصغيرة في مركز العدسة الشيئية أو أعلى منها أو اسفل منها بقليل وعلى بعد كبير أو قليل من العدسة المذكورة وبهذا تتغير شدة صورة الشيئين فانه بتبعيد النظارة تزداد شدة الصورة الثابتة وتنقص شدة الصورة الآتية من الانعكاس المضاعف واذا قربت النظارة فان شدة صورة الشيء الثابت تنقص وتزداد شدة صورة الشيء الآتي من الانعكاس المضاعف

ومتى اريد رصد الاشياء التي ضوءها شديد مثل الشمس واحيانا مثل القمر تستعمل الواح زجاجية ملونة موضوعة في ك ، ل (شكل ٦) وجملة الزجاجات ك تدور حول محور ت ويمكنها أن تأتي خلف المرآة الصغيرة لأجل تقليل ضوء الصورة الأصلية وأما جملة الزجاجات ل فانها تدور حول محور ثَ وتأتي بين المرآتين المذكورتين لأجل تقليل شدة الانعكاس المضاعف

ولأجل ان يكون السكستان مؤديا لنتائج مضبوطة جدا يقتضي أولا أن يكون وجها المرآتين عموديين بالضبط على مستوى الحافة وثانيا ان يكون صفر الورنيه موجودا على صفر تقاسيم الحافة بالضبط عندما تكون المرآتان متوازيتين وهاك الكيفية التي بها يتحقق من حصول الشرطين المذكورين وهي

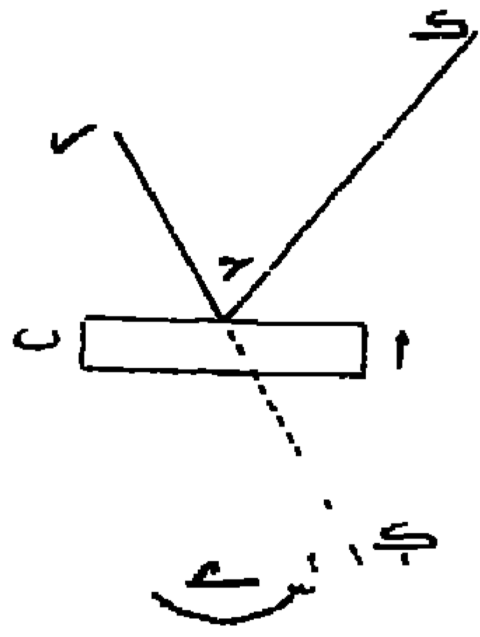
للتحقق من ان سطح المرآة الكبيرة عمودي على سطح السكستان يضع الراصد عينه أمام المرآة المذكورة بجوار الحافة

الحافة بحيث يرى جزأ من حافة السكستان داخل المرآة الكبيرة فاذا كان جزء الحافة المنكسر داخل المرآة والجزء الذي يرى مباشرة بالعين من تلك الحافة على امتداد بعضها يعلم ان سطح المرآة المذكورة عمودي على سطح السكستان وبخلاف ذلك لا يكون عموديا

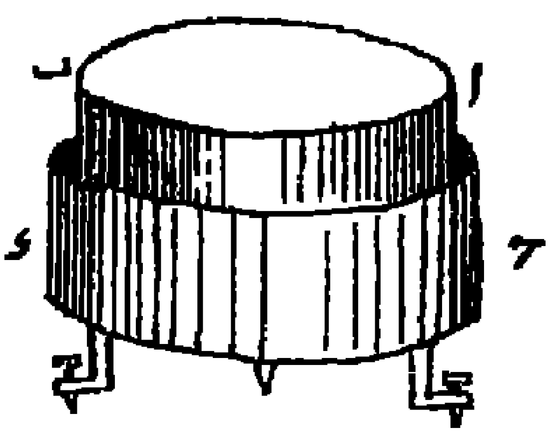
ويعلم ان كان سطح المرآة الصغيرة عموديا على سطح السكستان أولا بوضع صفر الاليداد على صفر السكستان بعد نظر أحد الاشياء فان وجد الشيء وصورته منطبقين على بعضها يعلم أن مستوى المرآة الصغيرة المذكورة يكون عموديا على سطح السكستان وبخلاف ذلك لا يكون عموديا

ويتوصل لجعل كل من المرآتين عموديا على سطح السكستان بواسطة برم موجودة بجوارها كل منها معدة لذلك

تعيين ارتفاع كوكب عن الافق بواسطة السكستان — حينما يراد تعيين ارتفاع كوكب عن سطح الافق تستعمل آلة تسمى الافق الصناعي وهي عبارة عن مرآة سطحها مستو بغاية الضبط توضع افقية كما سيتضح قريبا ولكن اب سطح المرآة المذكورة (شكل) ، ك هو الكوكب المراد ايجاد ارتفاعه فهذا الكوكب يرسل شعاع ك حـ ينعكس على سطح المرآة في اتجاه حـ ر فاذا كان الراصد في نقطة ر يحرر نظارة السكستان على الصورة المنعكسة للكوكب وفي اتجاه ر ك ثم يحرك الاليداد الى أن تأتي الصورة الحقيقية للكوكب بتأثير الانعكاس المضاعف وتمس الصورة المنعكسة من الافق الصناعي المتجه اليها النظارة فتكون الزاوية الناتجة على السكستان عبارة عن ضعف الارتفاع فيؤخذ نصفها فيكون هو الارتفاع المطلوب



وقد يستعمل بدل الافق الصناعي سطح كمية من الزئبق موضوعة في آنية ففي هذه الحالة ينبغي ان يكون سطح الاناء متسعا لأن الزئبق يميل الى التكور اذا كان موضوعا في آنية ضيقة وبذلك لا يكون سطحه مستويا ولا يليق استعماله لارصاد الافق الصناعي — الافق الصناعي قطعة سميكة من الزجاج الاسود سطحها مستدير عادة وأحد سطحيها مصقول ومستو بغاية الضبط اب (شكل ك) وهي محصورة داخل علبة مستديرة من النحاس حـ ء ذات ثلاث برم ارتكاز وسطحها الاعلى مكشوف بحيث يشاهد منه سطح الزجاج المصقول وبواسطة البرم الثلاث المذكورة مع مساعدة روح تسوية بدون غلاف كما في (شكل ك) توضع على سطح الزجاج يمكن جعله افقيا بغاية الضبط ويكون مستعدا لرصد صورة الكوكب بواسطة السكستان أو غيره



شكل ك



شكل ل

بسم الله الرحمن الرحيم

في الميزانية

مقدمة

من المعلوم ان رسم المسقط الافقى لقطعة أرض على فرخ من الورق لايؤدى الى ايضاح تام للهيئة الحقيقية للقطعة الأرض المذكورة لأن نقط تلك القطعة لاتكون معينة الا بمساقطها فقط على مستو واحد افقى وحينئذ لايوجد شيء يعلم منه الفرق بين ارتفاعات بعضها عن البعض الآخر

وبناء على ذلك لاتعلم العلاوى ولا المنخفضات المختلفة للقطعة الأرض فلاجل تتميم ايضاح القطعة المذكورة ايضاحا تاما يلزم بعد عمل المسقط الافقى للنقط المرفوعة ان تعين أبعادها عن مستو افقى معتبر مستوى اسقاط ثم كتابة هذه الابعاد على الخريطة

لأن انشاء معظم الأعمال زراعية كانت أو صناعية يلزم معرفة عمل التعديلات الكثيرة أو القليلة للاشكال الطبيعية للأرض

وللوقوف على امكان عمل تلك الاشغال وفائدتها وحساب كمية الاتربة اللازم نقلها لتعلم قيمة المصاريف المحتمل صرفها على العمل من اللازم ان نعرف قبل كل شيء الطريقة التي بها تتضح هيئة سطح الارض حتى يمكن مقارنة الهيئات الحالية لها بالهيئات المراد تعويضها بها

وبما ان الطرق التي تستعمل للغرض الذى ذكرناه واحدة تقريبا سواء كان لانشاء مجارى فابريقة ايدروليكية أو سكة حديدية أو طريق معتادة أو انشاء ترع ومصارف وجسور أو طريقة تجفيف مستنقع أو رى مسطح من الأرض أو خلاف ذلك من الأعمال فيلزم ان يعرف رسم الأرض ثم ارتفاعات نقطها المختلفة بعضها عن بعض أما كيفية رسم المسقط الأفقى لقطعة أرض فقد علمناه سابقا ولم يبق سوى معرفة الطريقة التي يتوصل بها لمعرفة الفرق بين ارتفاع نقطتين أو جملة نقط عن سطح تلك القطعة والاعمال التي توصلنا لهذا الغرض تسمى الميزانية

خواص عمومية تختص بالميزانية

الباب الأول

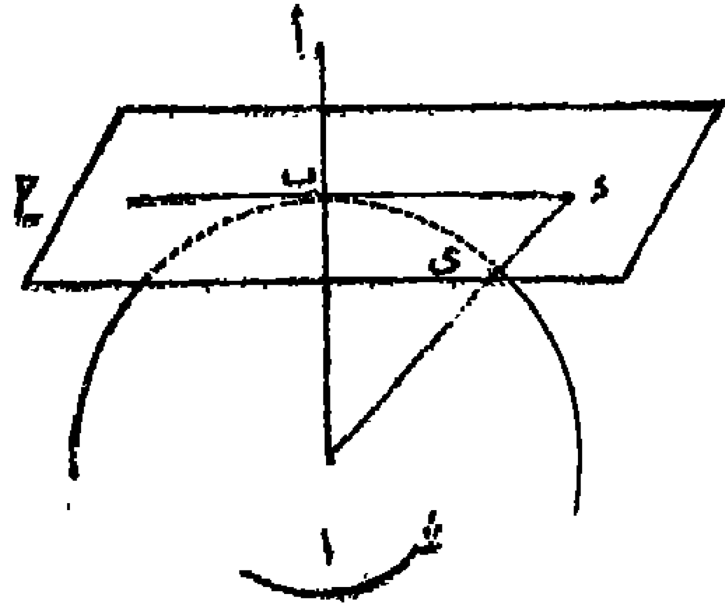
سطح التوازن

س١ تعريف ـ الميزانية عملية الغرض منها معرفة ارتفاع جملة نقط عن سطح التوازن

سطح التوازن هو السطح العمودى على الخط الرأسى المار بنقطة من نقط السطح ويعتبر سطح التوازن سطح البحار الممتد في جميع الأقاليم

كل رأسى مثل اسم فهو عمودى على سطح التوازن اعنى يكون عموديا على المستوى م ح المماس للسطح الكروى في نقطة ب شكل ١

وارتفاع نقطة ا عن سطح التوازن هو البعد اب لهذه النقطة عن المستوى المذكور



ولمعرفة حالة اتساع معين يمكن اعتبار سطح البحار كرويا وجميع رأسيات النقط المختلفة تتقاطع في مركز الأرض

بند ٢ التوازن الحقيقي ـ النقطتان ا، ء يكونان في استواء واحد أي على ارتفاع واحد اذا كان بعداهما عن سطح البحر متساويين وبعبارة أخرى اذا كان بعداهما عن مركز الأرض متساويين شكل ٢

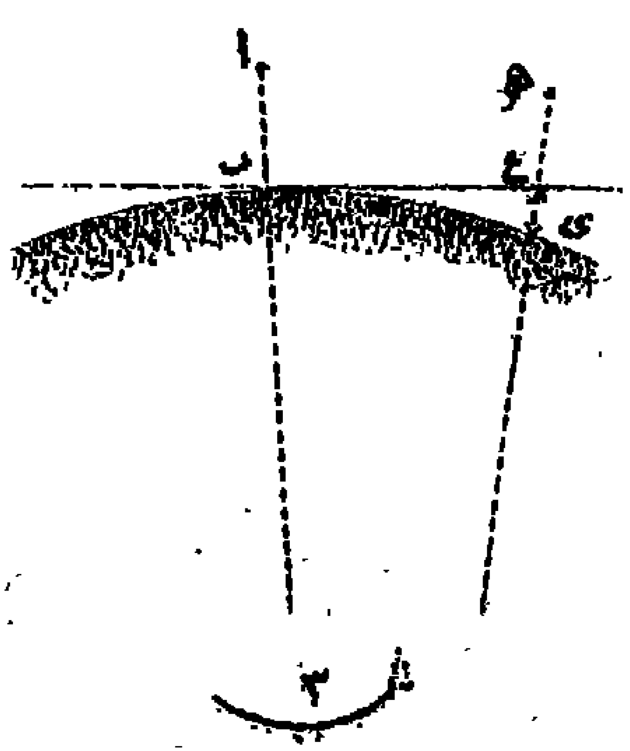
وبما أن جميع نقط القوس اء الموازي ب ى موجودة في استواء واحد فالخط اءع يمكن اعتباره خط توازن

وعلى ذلك فيكون ارتفاع نقطة هـ عن نقطة ا هو الفرق هـ ء لارتفاعي النقطتين هـ، ا عن سطح التوازن أو هو البعد هـ ء لنقطة هـ عن سطح التوازن الممتد من نقطة ا

حيث كان خط التوازن المار بالنقطتين ا، ء هو قوس من دائرة مركزها مركز الأرض فسطح التوازن المار بجملة نقط ارتفاعها واحد يكون سطح كرة مركزها مركز الارض وبما أن نصف قطر الكرة الأرضية يساوي ٦٣٦٧ كيلومتر تقريبا فحينئذ تكون السعة المراد عمل ميزانيتها لا تزيد عن دائرة نصف قطرها يتغير من ٨ الى ١٠ كيلومتر فيعوض سطح البحر الكروي تقريبا بمستو عمودي على الرأسي المار بمركز الجهة

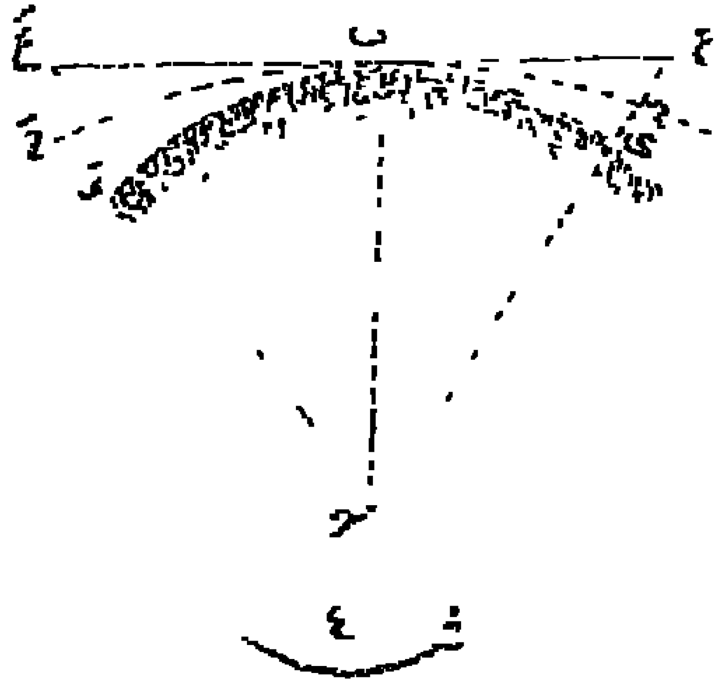
بند ٣ المستوى الاصطلاحي ـ قد قلنا ان نصف قطر الأرض يساوي ٦٣٦٧ كيلومتر تقريبا وأن رأسيات النقط المتباعدة عن بعضها قليلا لا يمكن تقابلها الا على هذا البعد العظيم جدا فيمكن اعتبارها متوازية فحينئذ لأجل معرفة حالة السطوح القليلة الاتساع يعوض سطح التوازن الكروي بمستو افقي عمودي على رأس المحل

بند ٤ التوازن الظاهري ـ قد علم في بند ٢ أن النقطتين ب، ى تكونان في استواء واحد اذا كانتا موجودتين على القوس ب ى الذي يحدد سطح البحر



ولكن في التطبيقات يكون من المستحيل رسم هذا القوس مع أنه يمكن رسم الافقي ب ع بسهولة وحينئذ يعين الطول هـ ع المحدد بالافقي ب ع على الخط الرأسي هـ ع ى المار بنقطة هـ وبهذه الكيفية يمكن تعويض القوس ب ى للتوازن الحقيقي بالأفقي ب ع للتوازن الظاهري أعني انه بدلا من قياس الارتفاع هـ ى يقاس البعد هـ ع فقط

س ٥ انكسار الشعاع البصري - الشعاع البصري المرسوم افقيا لا يكون خطا مستقيما لمروره من الطبقات الهوائية المختلفة الكثافة بل انه ينكسر ويكون منحنيا مثل ب ح ماسا للمستقيم ب ع شكل ٤ أعني انه لو نظر على حسب الافقي ب ع نشاهد في الحقيقة النقطة ح التي يعتبر ارتفاعها كارتفاع نقطة ب



والتجارب أورت انه في الأقاليم المعتدلة يكون طول ى ح = ٠٫٠٨٤ × ى ع

س ٦ تصليح الخطأ - ليكن ب حـ = نق = ٦٣٦٦٠٠٠ مترا ، ب ع = ء ، ع ى = هـ شكل ٤ فعلى حسب خاصية المماس يكون

$$هـ (هـ + ٢ نق) = ء^٢$$

ومن هذه المساواة يحدث

$$هـ = \frac{ء^٢}{هـ + ٢ نق} \ldots\ldots\ (١)$$

ولكن هـ كمية صغيرة على الدوام بالنسبة لقطر الأرض ٢ نق فيمكن بدون خطأ محسوس حذف (هـ) من مقام قانون (١) ويكفي أخذ

$$هـ = \frac{ء^٢}{٢ نق} \ldots\ldots\ (٢)$$

ولكن عوضا عن البحث عن ع ى أي هـ للارتفاع المطلوب يكتفي بالبحث عن ح ى لأنه لو نظر على حسب المماس نشاهد نقطة ح وليست نقطة ع (س ٥) فحينئذ يكون

$$ح ى أي ٠٫٠٨٤\ هـ = ٠٫٠٨٤ \times \frac{ء^٢}{٢ نق}$$ أو

$$ح ى = \frac{٠٫٠٤٢\ ء^٢}{نق}$$

وباعطاء ء المقادير المتتالية ٢٠، ٤٠، ٦٠ .... ٢٠٠ يمكن تكوين الجدول المبين هنا لعمل التصليحات اللازمة

ء بالمتر	مقدار الخطأ
٢٠	٠٠
٤٠	٠٫٠٠٠١
٦٠	٠٫٠٠٠٢
٨٠	٠٫٠٠٠٤
١٠٠	٠٫٠٠٠٧
١٢٠	٠٫٠٠٠٩
١٤٠	٠٫٠٠١٣
١٦٠	٠٫٠٠١٧
١٨٠	٠٫٠٠٢١
٢٠٠	٠٫٠٠٢٦

وحيث ان النقط التي يمكن مقارنتها مباشرة قريب بعضها من بعض فباستعمال الآلات المعتادة لا يعمل تصليح مطلقا لأن التباعد بقدر ١٠٠ متر لا يعطي ولا مليمترا واحدا للبعد ح ى

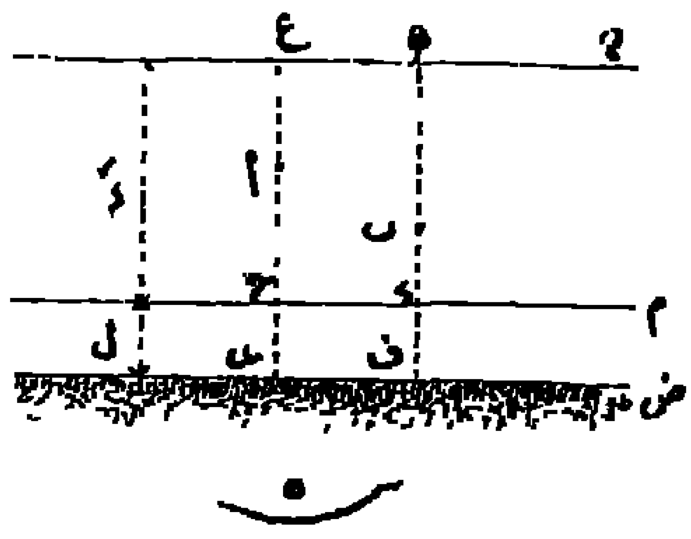
ومع ذلك فلاجل عدم وقوع أي خطأ يلزم ان يكون وضع الراصد على بعدين متساويين من النقطتين المراد معرفة ارتفاعهما لأنه لو أريد اجراء العمل على النقطتين ح ، ح َ لكان

$$ح ى = ح َ ى َ$$

مستوى المقارنة

س ٧ تعريف - مستوى المقارنة هو المستوى الافقي الذي يستعمل بدلا من سطح التوازن حينما يراد الوقوف على حقيقة سطح قليل الاتساع وعليه فرأسيات النقط المختلفة المراد عمل ميزانيتها تكون متوازية (س ٣) وحينئذ تكون عمودية على مستوى المقارنة [شكل ٥] ومستوى المقارنة يكون عموديا على الرأسي لنقطة حينما انتقت من نقط

من سقط الحل وهذا المستوى كان يعتبر فى المدة السابقة فوق النقطتين ا ب المراد عمل ميزانيتهما كالمستوى ع وجار استعماله فى هذا الوضع عند المهندسين الحربية والآن يعتبر دائما اسفل هذين النقطتين كالمستوى م عند المهندسين الملكيين



٣ـ منسوب أو احداثى رأسى ـ علو أو طوده ـ يسمى منسوب أو احداثى رأسى لنقطة ا الارتفاع ا حـ لهذه النقطة فوق مستوى المقارنة المعروض ويسمى علو أو طوده ارتفاع النقطة المفروضة فوق سطح البحر أعنى أن اى هو علو أو طودة نقطة ا

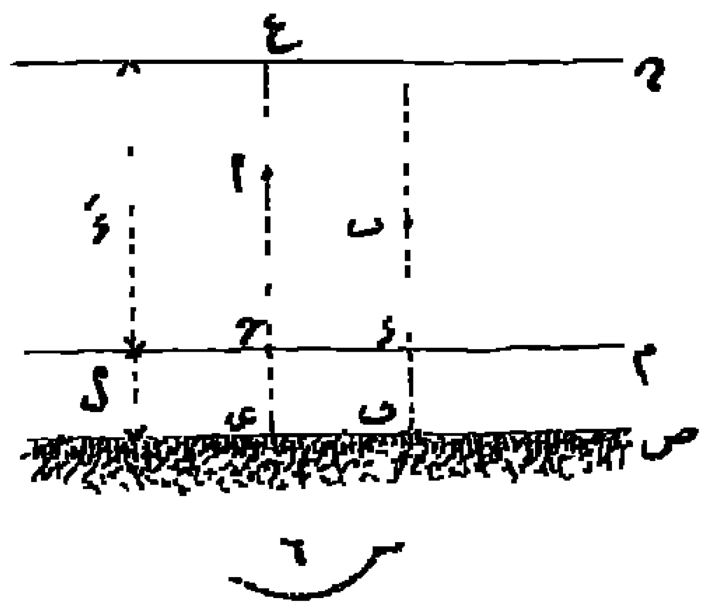
حينما يكون مستوى المقارنة مماسا لسطح البحر فمنسوب نقطة لا يكون شيئا آخر سوى علوها

فاذا كان مستوى المقارنة فوق النقطة المراد معرفة ميزانيتها فان ارتفاع كل منها يقاس على الرأسى المار بالنقطة المذكورة مبتدئا منها ومنتهيا بمستوى المقارنة ويكون هو انحطاط تلك النقطة عن مستوى المقارنة ومن هذا يتضح انه باعتبار مستوى المقارنة أعلى يكون المنسوب صغيرا فى المقدار متى كانت النقطة مرتفعة

واذا كان مستوى المقارنة أسفل فان ارتفاع اى نقطة يكون هو الاحداثى الرأسى لها بالنسبة للمستوى المذكور ويقاس مبتدأ من المستوى الى النقطة ويكون فى هذه الحالة مقدار المنسوب كبيرا كلما كانت النقطة مرتفعة

وحيث أن منسوب سطح البحار ليس ثابتا بل يتغير من سنة لأخرى فقد عملت فى مصر ميزانية متوسطة بنسبة سطح البحر الابيض المتوسط بمينة اسكندرية وحسبت منسوبات جملة نقط ثوابت فى محلات طبيعية وصناعية ثم عملت روبيرات [علامات] من معدن ووضع عليها منسوبات تلك النقط الثوابت وصار تثبيتها بكل دقة فى مواضعها الحقيقية وكان ذلك فى اشهر الجهات كأرصفة القناطر وحيطان السواقى وعلامات الكيلومترات وحيطان بعض المنازل والجوامع لكى يسهل عند عمل أى ميزانية أن يؤخذ منسوب نقطة المبدأ بالنسبة للثابت القريب منها

٩ـ تغيير مستوى المقارنة ـ فى احوال كثيرة يلزم نسبة جملة نقط عملت ميزانيتها بالنسبة لمستوى مقارنة ع الى مستوى مقارنة خلافه م



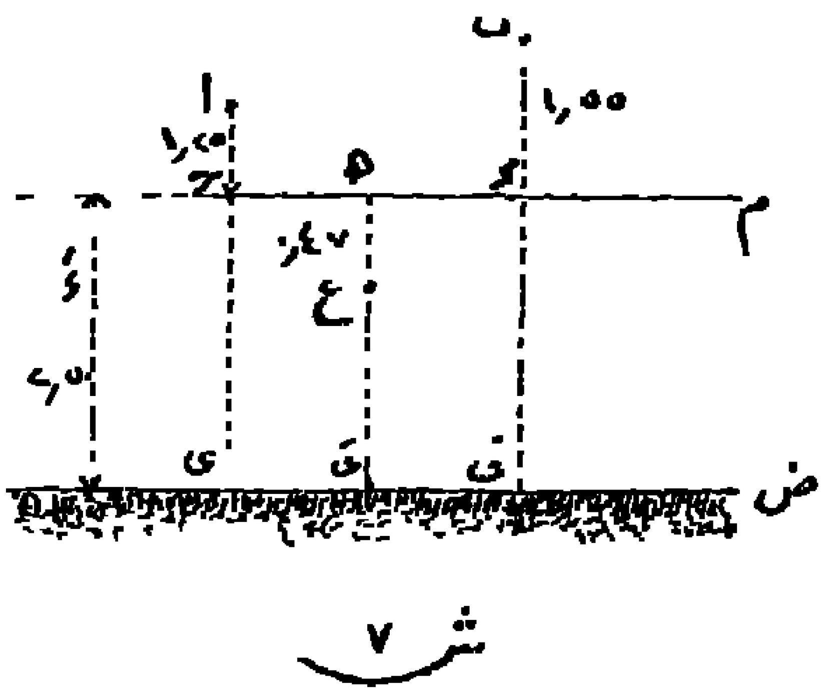
لتكن ءَ بعد المستويين المعلومين واحدهما موضوع أعلا والثانى أسفل النقطتين ا ب (شكل ٦) فلاجل الحصول على المنسوب الجديد يلزم طرح المنسوب الأصلى من البعد بين المستويين لان

ا حـ = ءَ ـ ا ع ب ء = ءَ ـ ب ع

وحينما يكون المستويان م ص فى جهة واحدة من النقطة المفروضة وكان يلزم الذهاب من المستوى م الى المستوى ص فيجب ان يضاف لكل منسوب البعد ل الذى يفصل المستويين لان

اى = ا حـ + ل ، ب ف = ب ء + ل

١٠ند المنسوب السالب ـ اذا فرض أنه لعمل ميزانية قطعة أرض أخذ مستوى المقارنة المستوى الافقى م وكان



ا د = ١٫٢٥ ، ب ذ = ١٫٥٥ والخ

فيمكن ان تكون بعض النقط كنقطة ع موضوعة أسفل مستوى المقارنة على بعد ٠٫٤٧ مثلاً

فلاجل تمييز هذا المنسوب عن المستويات السابقة يوضع أمامه علامة ناقص أعنى يكون منسوب ا = ١٫٢٥ ومنسوب ع = -٠٫٤٧

ولأجل عدم استعمال المناسيب السالبة يكفى أخذ مستوى مقارنة جديد حن بحيث يكون بعده ذ أو ٢٫٥٠ أكبر من المنسوب السالب الذى يكون مقداره المطلق اكبر ما يمكن

وحينئذ تحصل المناسيب الجديدة كما ذكرناه سابقا بأضافة ٢٫٥٠ لكل منسوب أصلى هكذا

اى = ١٫٢٥ + ٢٫٥٠ = ٣٫٧٥ ،

ب ف = ١٫٥٥ + ٢٫٥٠ = ٤٫٠٥ ،

ع ﻫ = -٠٫٤٧ + ٢٫٥٠ = ٢٫٠٣ والخ

١١ند الجس ـ للوقوف على حالة المحلات المغطاة بالمياه كالمستنقعات والبرك والبحيرات والانهر والأبحر وخلاف ذلك يؤخذ على العموم سطح الماء نفسه مستوى مقارنة ثم يعمل الجس

وبما أن جميع المناسيب المتحصل عليها موجودة فى جهة واحدة من المستوى المذكور فلا يعطى لها اشارة ناقص الا فى حالة ما يراد أن يوضع فى الجدول نفسه مناسيب جملة نقط مختلفة من الشاطئ ومناسيب بعض نقط من القاع

الباب الثانى

فى الموازين البسيطة والقامة مترذات المرآى

ميزان البنا

١٢ند يستعمل فى عمل الميزانية الميزان والقامة متر فى آن واحد

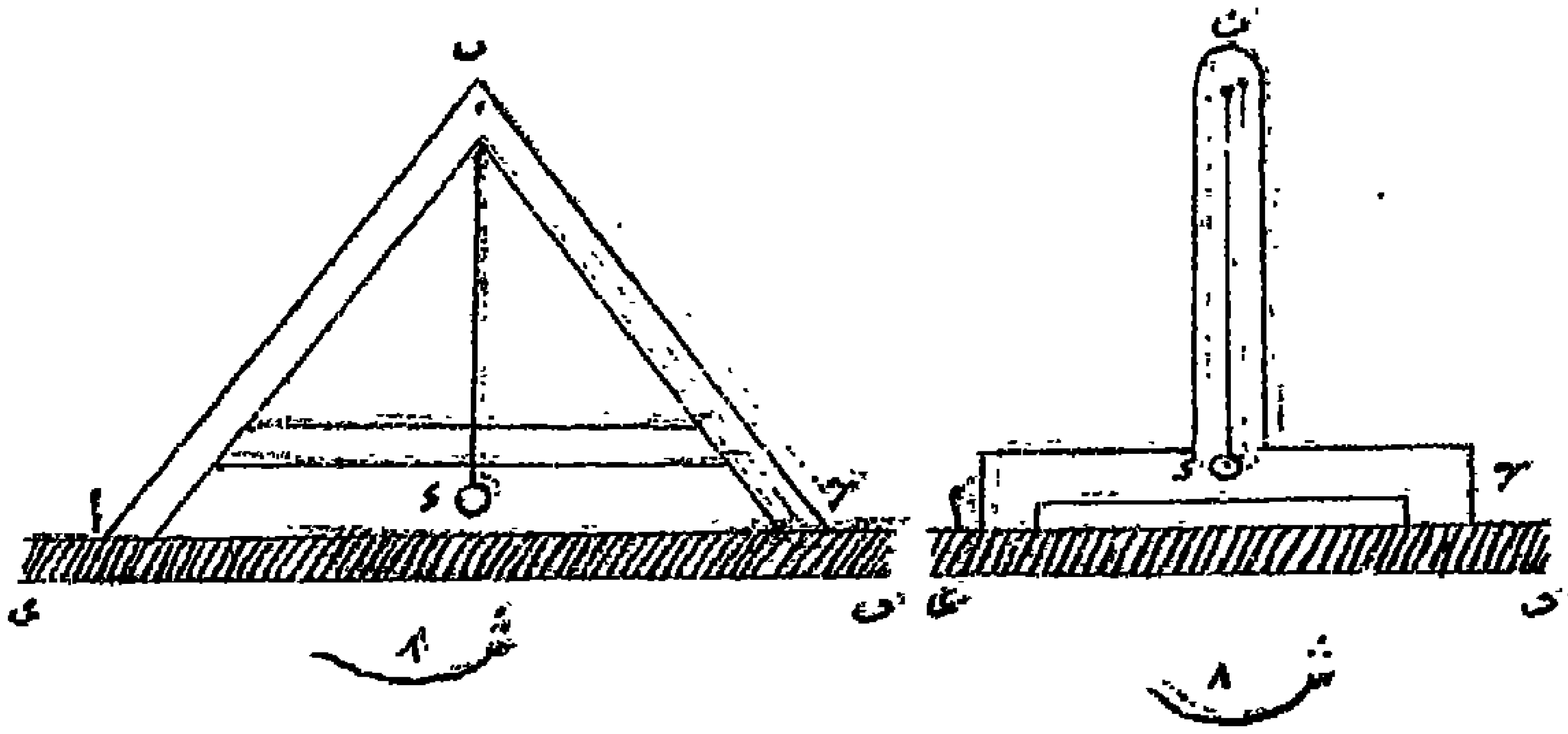
الميزان ـ الميزان آلة تستعمل لتعيين الافقيات واغلب الموازين تسمح بمد اشعة بصرية افقية

تنقسم الموازين المستعملة الى ثلاثة انواع وهى انواع ميزان البنا وميزان الماء والميزان ذى الفقيعة

١٣ند ميزان البنا ـ انواع هذه الموازين مؤسسة على خاصية خيط الرصاص المعروف بخيط الشاغول وهى كونه يعين رأسى المحل

فللحصول على خط افقى يكفى حينئذ ان يرسم خط عمودى على الخط الرأسى

وميزان البنا الاكثر بساطة يتركب من مسطرتين متساويتين ا ب ، ا حـ مجتمعتين على زاوية قائمة ومرتبطتين بمعارضة



يعمل احيانا ميزان البناء بهذا الشكل

بعارضة تكون معها مثلثا متساوى الساقين ومن خيط رصاص معلق فى رأس الزاوية ويعرف أن الخط ى ف افقى اذا كان خيط الرصاص يمر بالعلامة الثابتة ى المعلمة على وسط العارضة حينما يوضع الميزان فوق هذا الخط كالمبين بشكل ٨

وهذا الميزان الذى قل استعماله الآن يستعمل لوضع قدة افقية أو عتبة باب أو وزن جلسة شباك وماشابه ذلك

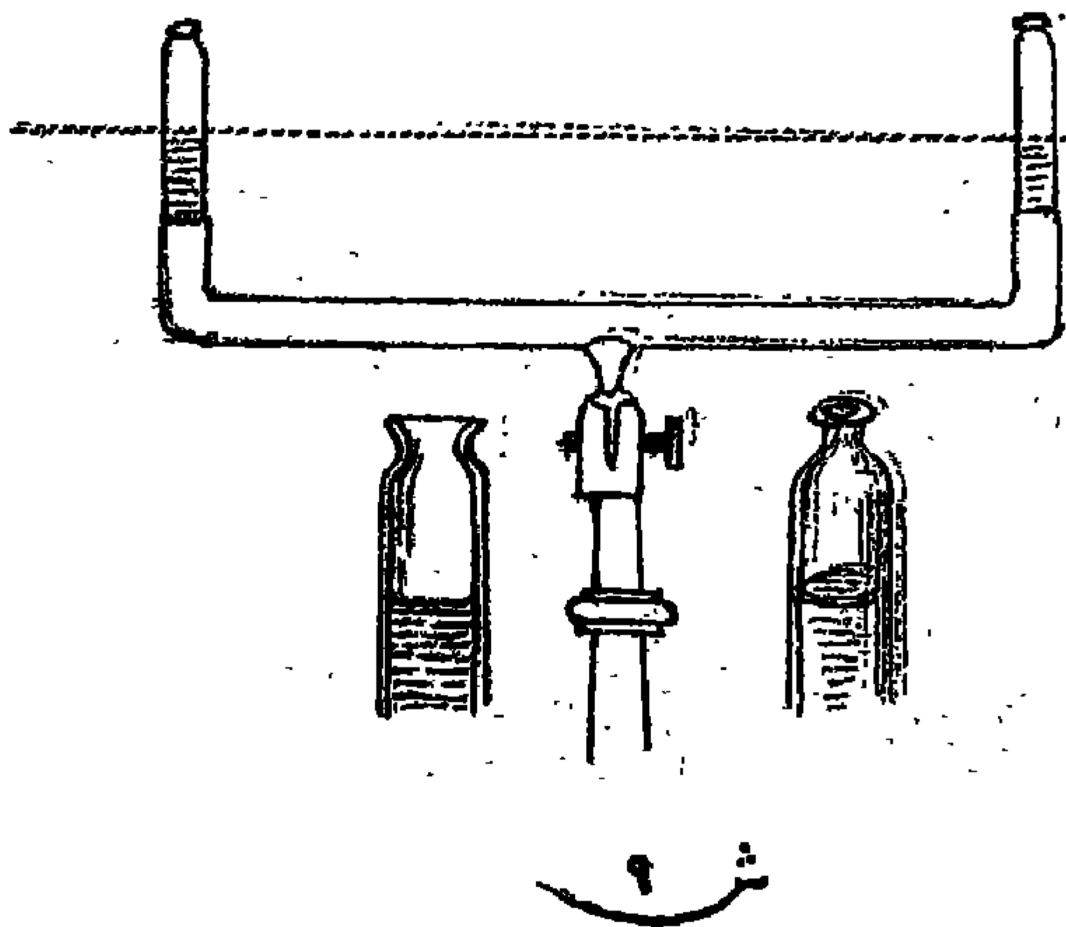
سـ١٤ـلد تحقيق ميزان البناء — لتحقيق ضبط ميزان البنا تستعمل طريقة تغيير طرفيه فيوضع الحامل ى ف بكيفية بحيث أن خيط الرصاص يمر بالضبط بالعلامة الثابتة ى (بالحز) ثم يغير طرفا الآلة أعنى أن الفرع حـ يأتى فى نقطة ا وبالعكس فيلزم فى هذا الوضع الجديد أن يمر خيط الرصاص بالعلامة الثابتة أيضا اذا كان مضبوطا وبخلاف ذلك يكون غير مضبوط ويلزم تصليحه قبل الشغل به

ميزان المـاء

سـ١٥ـلد خاصية ميزان الماء — ميزان الماء مؤسس على خاصية توازن سائل واحد فى أوان مستطرقة ومعلوم ان سطحى السائل المكشوفين يوجدان فى مستو واحد أفقى

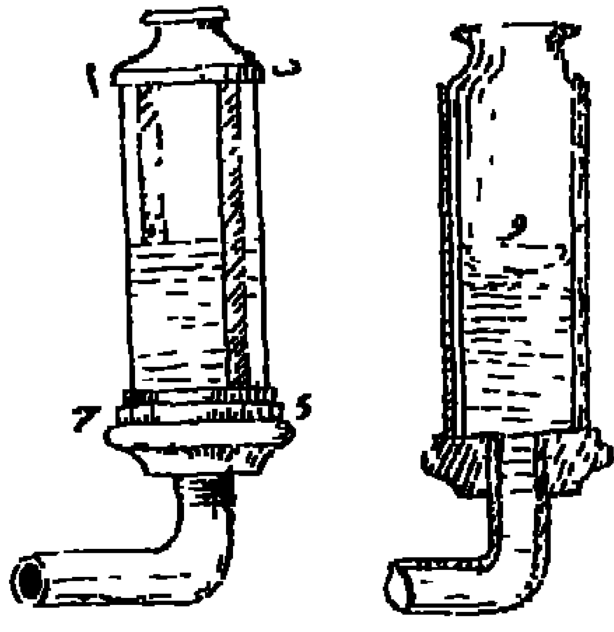
سـ١٦ـلد تركيب ميزان الماء — يتركب ميزان الماء من ماسورة معدنية أو من النحاس الأصفر طولها ٥, دامتر تقريبا طرفاها منحنيان على زاوية قائمة ويحملان انبوبتين من الزجاج بدون قاع قطراهما متساويان ومثبت فى وسط الماسورة من أسفل كرة تدخل بين شفتى ركبة تسمح بوضع الآلة على حامل ذى ثلاث أرجل فيوضع فى الماسورة بعد وضعها افقيا تقريبا كمية من الماء بحيث يرتفع السائل لنصف ارتفاع الانبوبتين فسطح الماء فيهما يعين مستويا افقيا

سـ١٧ـلد انبوبتا الميزان — لما تملأ الماسورة الافقية ويرتفع الماء فى الانبوبتين الزجاج فالماء بانقياده للجذب العنصرى يرتفع بطول الجدران ويكون سطحا كرويا مقعرا له سمك محسوس يمكن تمييزه بسهولة وخصوصا حينما يقف الراصد على بعد ٦٠ أو ٨٠ سنتيمترا من الآلة


ش ٩

وحينما تكون الانبوبتان الزجاج ضيقتان جدا فسطح الماء الحر لا يكون مستويا مطلقا بل يكون سطحا كرويا مقعرا يكبر تقعيره كلما كان قطر الانبوبتين أصغر

فحينئذ يكون من المفيد استعمال انبوبتين ذاتى قطرين عظيمين بحيث يكونان متساويى القطر والارتفاع لكى يكون السطحان النهائيين فى ارتفاع واحد ويعينان مستويا افقيا بالضبط



ويوجد بالتقريب من الطرف الأعلى للانبوبتين اختناق يقلل تبخر الماء ويلطف اهتزازاته فى مدة الحركات التى تحصل للآلة ولأجل سهولة مشاهدة سطح الماء فى الانبوبتين يلون الماء باللون الاحمر وفى مدة الشتاء يمزج بالكؤل لحفظه من التجمد

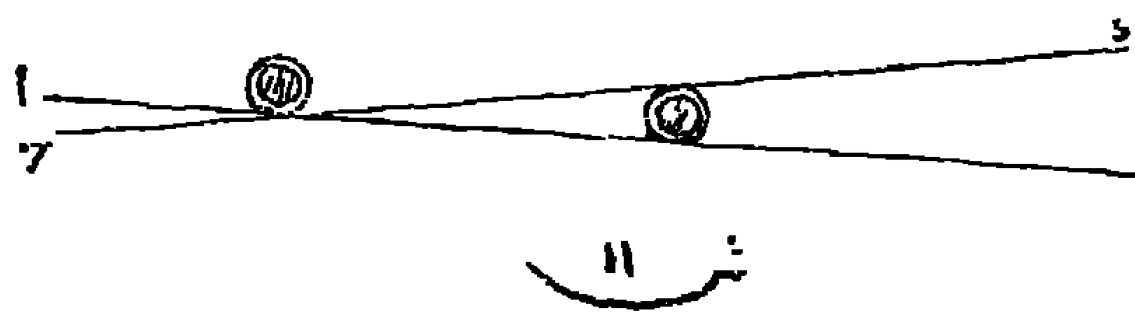
شكل ١٠

وانبوبتا الميزان المحسنتان لكل واحدة منهما وقاية معدنية مرتبطة مع الأنبوبة بشريطين ا د ، ب ء ووجهاها الداخلان ملونان باللون الأسود أو الأحمر ليحدثا انعكاسا على السطح المطلق للسائل وتسهل مشاهدته

شكل ١٨ ملء الميزان وحمله — لملء الميزان يلزم أن تميل الماسورة قليلا لتسهيل خروج فقاقيع الهواء التى تكون فى الماء وتعمل عملية التميل فى جهة كل من الانبوبتين فباهتزاز الآلة تخرج الفقاقيع بسرعة ويجب ان يكون الماء مرتفعا فى الانبوبتين لغاية نصفيهما عندما تكون الماسورة افقية

ولحمل الآلة بدون ان ينصب الماء من الانبوبتين تسد احداهما موقتا وكثير من الموازين لها حنفية يستعان بها على قطع المواصلة بين قسمى الميزان وبذلك لا يميل السائل فى جهة واحدة

شكل ١٩ طريقة الأستعمال — بعد وضع الآلة فى نقطة الوضع بحيث يكون الماء مرتفعا فى الانبوبتين بارتفاع واحد وتكون الماسورة موجهة فى الاتجاه اللازم ينتظر المهندس سكون السائل ويجعل نفسه على بعد ٥٠ أو ٨٠ سنتيمترا من احدى الانبوبتين ثم يسطر بالتماس للسطحين الكرويين ويكون ذلك إما على حسب اب أو حء



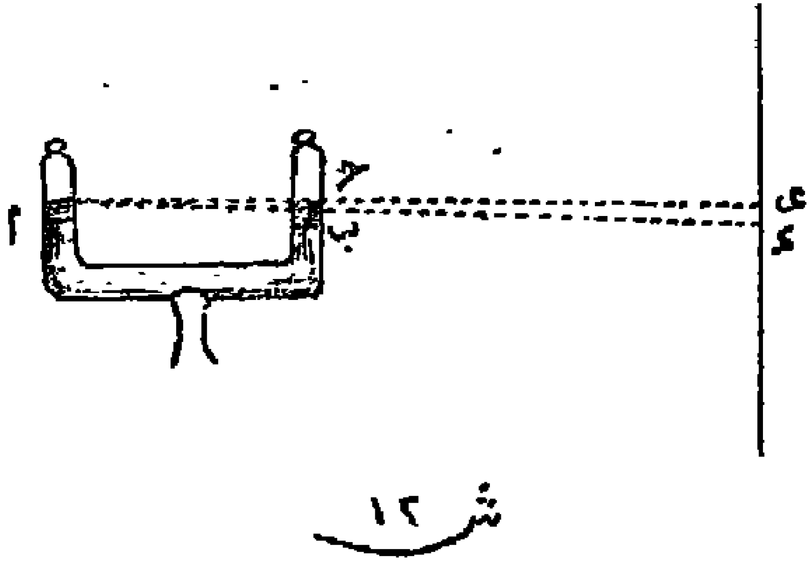
شكل ١١

ومن وضع واحد يمكن رصد جملة نقط مختلفة ومن الواجب أن تؤخذ نظرات الوضع الواحد بنظر شخص واحد حيث أنه لا يوجد شخصان يرصدان نقطا واحدة من السطحين الكرويين وفى الاوضاع المختلفة يمكن ان يتغير الميزان بدون أن يحصل خطأ ولكن اذا لزم الحال للاستمرار زمنا ما فى وضع واحد فيلزم تغطية جزء عظيم من محتوى الانبوبتين لمنع التبخر أو سقوط المطر ان كان الشغل فى زمن كثير الأمطار اذ بذلك يتغير ارتفاع السائل فيهما والأولى يلزم تصليح الارتفاع الاصلى اذا سال الماء من فتحة فى الآلة

شكل ٢٠ تعيين طول المسافة بين الميزان والقامة — المسافة بين الميزان والقامة لا ينبغى ان تتعدى ٢٥ مترا وعلى كل فليس من النادر النظر على مسافة ضعف السابقة لان ذلك يتعلق بمهارة المهندس وبدرجة التقريب المرغوبة

واذا فرض ان الشعاع البصرى زائغ عن المستوى الافقى بقدر ربع مليمتر بالنسبة لطول اب فيحصل على تقريب المسافة اء المساوية ٢٤ مترا مثلا

وباستعمال



ش ١٢

لانه باستعمال ميزان طول ماسورته يساوى ٢٠ر. متر فمن التناسب

$$\frac{\text{ى ى}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{ا ى}}{\text{ا ب}} \quad \text{او} \quad \frac{\text{ى ى}}{\text{٢٥ر. م م}} = \frac{\text{٢٤ متر}}{\text{٢٠ر. م}}$$

يكون ى ى = ٥ مليمتر وحينئذ لو أحدث المسافة بين الميزان والقامه تساوى ٢٤ مترا فيمكن وقوع خطأ قدره ٥ مليمتر في النظرة

في الموازين ذوات روح التسوية

٢١ ـ روح التسوية ـ روح التسوية تتركب من أنبوبة من الزجاج اسطوانية الشكل محدبة قليلا من أعلاه ومملوءة ملأ غير تام بسائل كالكؤول ومغلوقة فوهتها على المصباح

وهذه الانبوبة توضع في غلاف من النحاس مثبت على قاعدة يجب أن تكون افقية حينما تكون الفقيعة الهوائية في وسط الجزء الأعلى للانبوبة

٢٢ ـ تحقيق روح التسوية ـ لامكان جعل القاعدة أ ب افقية حينما تكون الفقيعة الهوائية في الوسط أي بين العلامتين م ، مَ يصنع أحد الحاملين للأنبوبة وهو ف مثلا كيفية بحيث يمكن رفعه بواسطة برمة ى

ولتحقيق روح التسوية توضع على قدة اب ثم يرفع أو يخفض أحد طرفيها بحيث تصير الفقيعة في وسط العلامتين م ، مَ ومتى توصلنا لذلك تثبت القدة في هذا الوضع ثم تدار روح التسوية طرفا بطرف أعنى بجعل الطرف بَ في نقطة ا والطرف أَ في نقطة ب فيلزم ان تكون الفقيعة في وسط العلامتين المذكورتين

ش ١٣

واذا لم يحصل ذلك يرفع أو يخفض الحامل المتحرك بحيث أن الفقيعة تقطع نصف الفرق الذى شوهد فيتوصل بذلك لحصول التعادل في الوضعين

وبعد ذلك تعاد العملية بتصليح وضع اب ثم تدوير روح التسوية طرفا بطرف الى أن لا يحصل فرق في الأوضاع المختلفة لروح التسوية

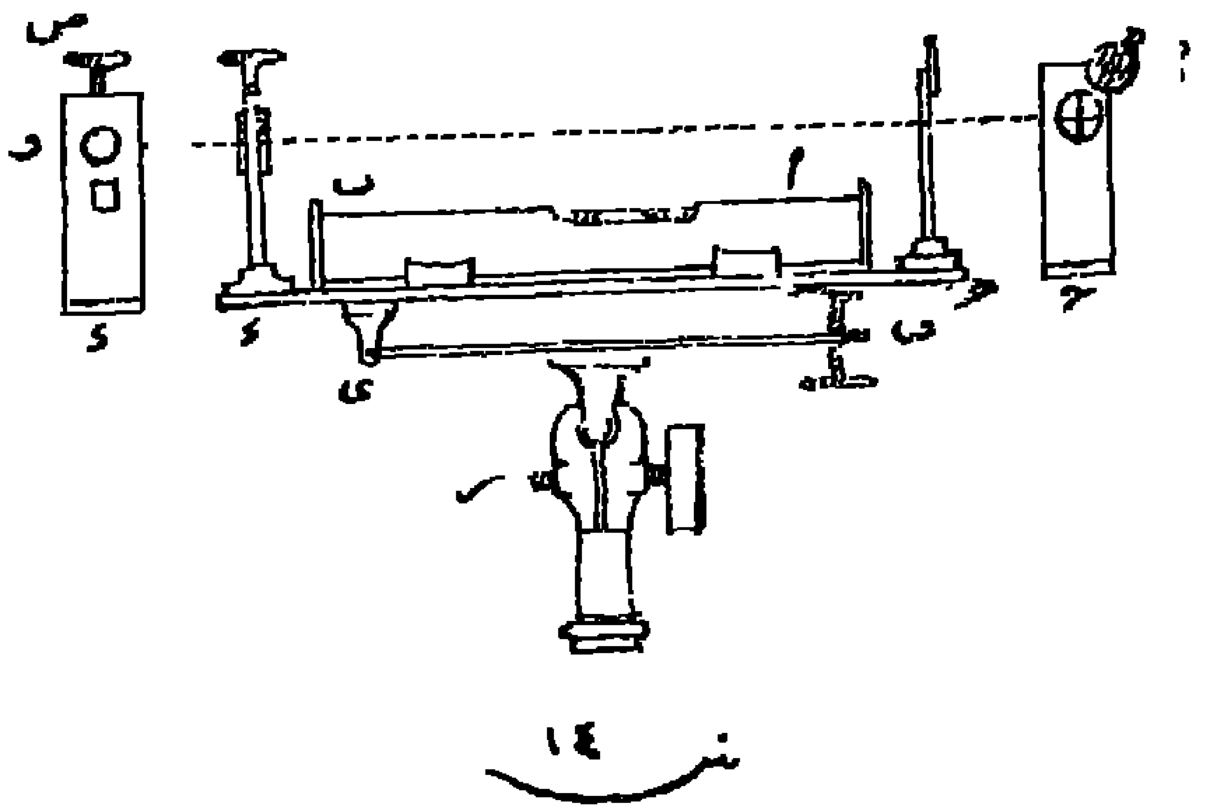
٢٣ ـ طول الفقيعة ـ طول الفقيعة متغير لأنه يتعلق بالحرارة ـ ولمعرفة ان كانت الفقيعة تشغل وسط الانبوبة من أعلى أم لا توضع على زجاج الانبوبة أو على حافة غلافها اقسام متساوية ومتماثلة الوضع بالنسبة لأعلى نقطة من نقط الأنبوبة

٢٤ ـ انحناء الأنبوبة ـ انبوبة روح التسوية اسطوانية الشكل منحنية قليلا تشبه جزء من جسم حلقي نصف قطره المسمى بنصف قطر الانحناء كبير وكلما كان نصف القطر هذا كبيرا كلما كانت روح التسوية أكثر حساسة لأن أقل فرق بين وضع خط معلوم والخط الافقي يغير وضع الفقيعة والاعمال التى تجرى لتصليح الآلة ولجعل الفقيعة في الوسط تكون دقيقة كلما كانت درجة حساسة روح التسوية اعظم ومقدار نصف قطر انحناء روح التسوية الاكثر استعمالا يتغير من ١٥ الى ٢٠ مترا

وفى انواع روح التسوية التى تكون دقيقة جدا لا تكون الانبوبة الزجاجية منحنية بل أن الانبوبة الاسطوانية تحك من الداخل فى اتجاه طولها بواسطة ساق مغطاة بالصنفرة وبهذه الكيفية يعطى التجويف الانحناء اللازم

٣٥ـ استعمال روح التسوية ـ تستعمل روح التسوية كثيرا بدلا من ميزان البنا وتستعمل ايضا لوضع آلات الجرافومتر والبوصلة والبلانشيطة افقية وهى الجزء الاعظم أهمية فى الموازين ذوات النظارة

٣٦ـ فى الميزان ذى الفقيعة والنظيتين ـ يتركب هذا الميزان من روح تسوية ا ب مكونة جسما واحدا مع قاعدة حـ ء تحمل نظيتين ومن قاعدة ثانية ى ف مثبتة فى ركبة ر ومرتبطة مع الأولى بمحور ى والجميع يوضع على حامل ذى ثلاث أرجل ولجعل الفقيعة فى وسط روح التسوية تستعمل البرمة ف

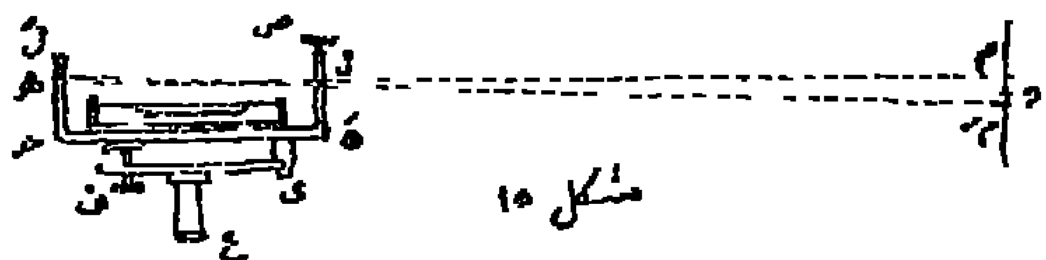


٣٧ـ الشباكان والنقبان ـ النظيتان المعدنيتان المحمولتان على نهايتى القاعدة حـ ء شكل ١٤ يوجد فى كل منهما شباك دائرى متسع مقطوع على حسب قطرين متعامدين بشعرتين دقيقتين ولكل منهما غطاء مثقوب من مركزه بثقب صغير وبواسطة هذا الغطاء يغلق الشباك عند النظر منه وشكل ١٤ مبين فيه شباك النظية حـ مفتوح وأما شباك ء فمغلوق والاشعة البصرية تعتبر مارة بثقب الغطاء ء وبنقطة تقاطع شعرتى الشباك حـ

والشباك و مفتوح فى برواز صغير يتحرك بواسطة برمة ص

٣٨ـ تأهيب الميزان للشغل ـ لأجل ان يكون الميزان مؤهبا للشغل يلزم أن يكون الشعاع البصرى هـ ل أفقيا حينما تكون الفقيعة فى الوسط

وللحصول على هذا الغرض توضع الآلة على حامل ذى ثلاث أرجل بحيث تكون فقيعة روح التسوية فى الوسط حينما يعطى الميزان كل محل الآخر بتدويره حول المحور الداخل بين شفتى الركبة


شكل ١٥

ثم يحرك البرواز المتحرك الى ان يصير النقبان على بعدين متساويين تقريبا فوق حـ ء وحينئذ يرصد خط رأسى متباعد عن الميزان بقدر خمسين مترا تقريبا ولنفرض ان هذا الخط هو حرف حائطين متقاطعين أو قائمة مترمقسمة ولكن هـ ل م هو الشعاع البصرى حينما يكون الشباك المتحرك على اليمين

وبعد تدوير الآلة طرفا بطرف أعنى جعل الحرف ول فى جهة الشمال تنظر القائمة ثانيا فاذا تحصلنا على شعاع بصرى ل هـ م عين الأول ولو كانت الفقيعة فى الوسط فهذا يدل على أن الخط الواصل بين مركزى الثقبين ليس أفقيا

وحينئذ

وحينئذ يلزم جعله افقيا بخفض الشباك المتحرك بكيفية بحيث ان الشعاع البصرى يمر بنقطة المتساوية البعد عن م ، م

٢٩ — استعمال الميزان ذي الفقيعة والشنكليات — هذا الميزان يستعمل فى احوال مماثلة للتى استعمل فيها ميزان الماء مع أن هذا الميزان ليس معلوما كما يستحق أن يكون لسهولة حمله ولأن العمال الذين هم غير متمرنين على العمل جيدا يمكنهم ان يعملوا به عملا مفيدا مع أنه لو أريد استعمال ميزان الماء للزم ان يكون العامل متعودا جيدا لكى يمكنه ان يحصل على النتيجة المطلوبة

فى القامه متر ذات المرأى

٣٠ — القامه مترات — القامه مترات عبارة عن مساطر مقسمة يختلف طولها من مترين الى اربعة وتستعمل مع الميزان فتوضع رأسية فى النقط المراد عمل ميزانيتها وتستعمل كعلامة للخط المرصود وبواسطتها يعلم طول البعد الرأسى للنقط المفروضة على الأرض عن الخط الافقى المبين بالميزان

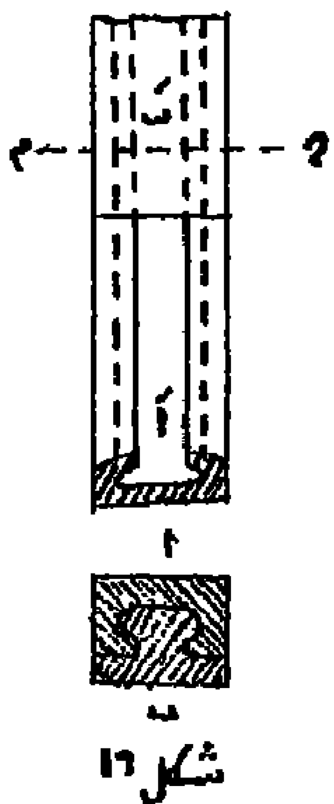
٣١ — انواع القامه مترات — تنقسم القامه مترات الى نوعين القامه مترات ذوات المرأى والقامه مترات الناطقة ويميز من القامه مترات ذوات المرأى نوعان القامه متر البسيطة والقامه متر ذات المجرى

٣٢ — القامه متر البسيطة عبارة عن مسطرة مقسمة طولها يساوى مترين وتحمل قطعة معدنية تسمى مرأى يمكن تحريكه بطول المسطرة

وجميع الاجزاء التى توجد فى القامه متر البسيطة توجد فى القامه متر ذات المجرى ولذا نكتفى بشرح هذه الأخيرة لكثرة استعمالها عن الأولى

٣٣ — القامه متر ذات المجرى — هذه القامه عبارة عن مسطرتين طول كل منهما يساوى مترين واحداهما ثابتة ويوجد بها شق بطولها حرفاه يكونان نوع مجرى والثانية متحركة وأحد وجهيها ينتهى بلسان مضاعف يدخل فى مجرى الاولى لكى تكون المتحركة مقسمة فى حالة انزلاقها على الاولى ولتبقى ملاصقة لها ويفهم وضع المسطرتين من الواجهة آ ت لجزء من القامة ومن القطاع العرضى ا ب الذى عمل على حسب م ن شكل ١٦

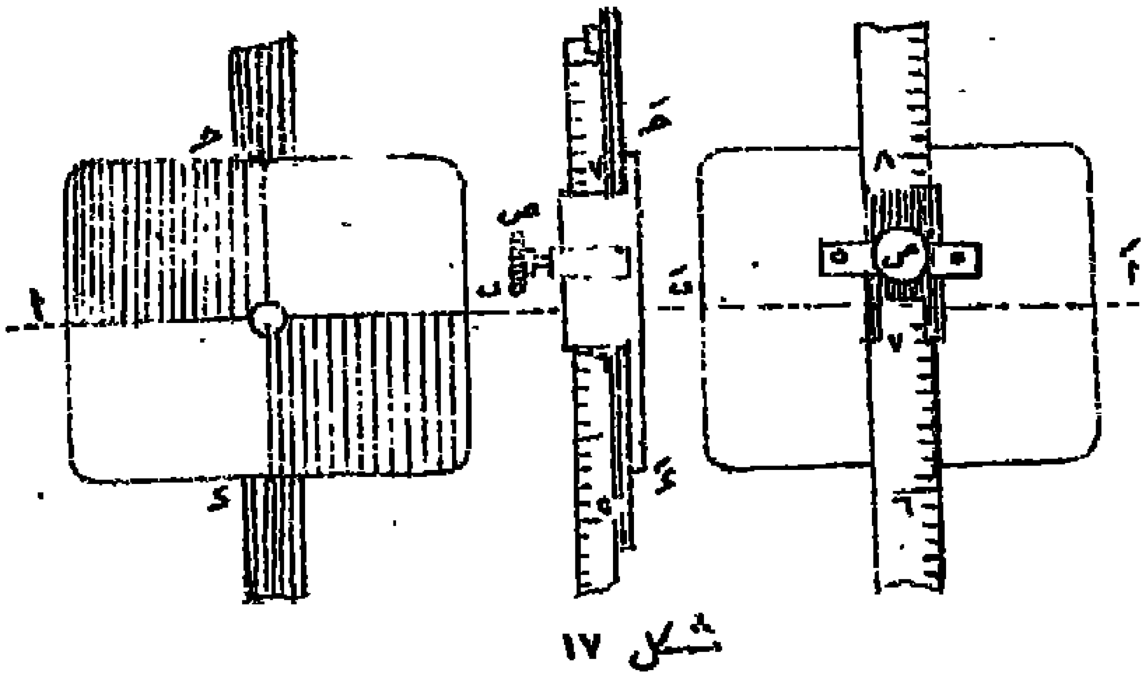
وقد عمل هذا الرسم بفرض ان جزأ من المسطرة الثابتة آ مكشوف وذلك بانزلاق المسطرة المتحركة ت التى قطاعها ب مبين فيه اللسان المزدوج حالة كون ا مبين فيها المجرى



وطول المسطرتين اربعة امتار ويتحرك عليهما مرأى يمكن تثبيته فى أى وضع كان

٣٤ — المرأى — المرأى عبارة عن قطعة من الصاج ا ب ح د مستطيلة الشكل يتغير طول قاعدته من ٢٥ الى ٣٠ سنتيمتر وارتفاعه ٢٠ سنتيمتر منقسم الى اربعة اقسام متساوية واثنان منها متقابلان بالرأس ملونان باللون الأحمر أو الاسود والاثنان الآخران ملونان باللون الابيض والخط ا ب هو الخط المعول عليه ويسمى الخط الافقى للمرأى أو خط المرأى فقط وهذا الخط يكون افقيا حينما تكون القامة رأسية ويحرك المرأى على القامة بواسطة حلية شكلها شكل متوازى المستطيلات تدخل فيها القامتان ويستعان بها على تثبيت المرأى على الارتفاع المطلوب بواسطة برمة وبطرف ص وهذه الحلية تنتهى بورنية صغيرة مقسمة الى عشرة مليمترات وصفر التقاسيم يوافق بالضبط لخط المرأى المرسوم على الوجه الأمامى

شكل ١٦



اب ءد وجه القامة الموجه جهة المهندس ووسط المرآى مبين بدائرة تستعمل كنقطة ثابتة

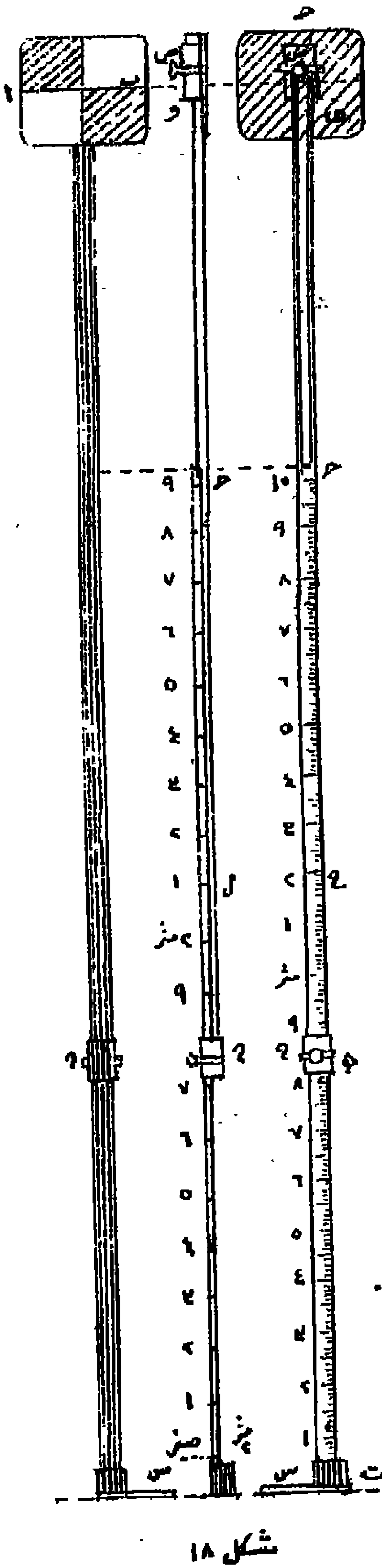
ءَدَ قطاع رأسى للمرآى والمسطرة مقسمة لقياس النظرات ١ الاكثر من مترين

ص برمه لتثبيت المرآى فى نقطة من المسطرة

أَبَ الوجه الخلفى للمرآى والمسطرة تبين التدريج المستعمل لقياس النظرات التى لا تزيد عن مترين والخط الافقى اآ يطابق الصفر الموجود على الجلبة

ولاجل قراءة القامة يضاف على العدد المرقوم على المسطرة السفلى القريب من الصفر المليمترات الواقعة بين أَ ونقطة مبدأ التقسيم وعلى ذلك فيقرأ الوضع المبين بشكل ١٧ ٢٧١٢ر١ متر

٣٥ ـ وضع المسطرتين شكل ١٨ ـ المسطرة الثابتة حـ ت تنتهى من اسفل بكعب من الحديد ذى شفة س تستعمل لوضع رجل حامل القامة لتسهيل توقيفها رأسية والطرف الاسفل للمسطرة المتحركة ف هـ يحمل جلبة ٥ تشبه جلبة المرآى ترتفع بطول المسطرة الثابتة عند تحريك المسطرة المتحركة المرتبطة بها الجلبة المذكورة وفائدتها تثبيت المسطرة المتحركة على المسطرة الثابتة



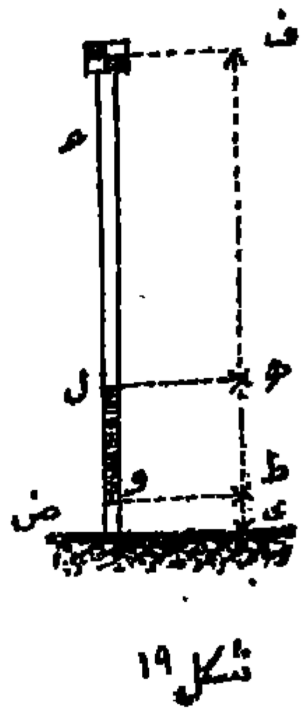
ويوجد فى الطرف الاعلى حـ للمسطرة المتحركة ف هـ زنبلك ذو سنة يستعمل لتوقيف سير المرآى حينما يكون صفر الورنيه الموجودة على الجلبة و يوافق مترين بالضبط فاذا دورنا برمة الجلبة ص فى هذا الوضع يثبت المرآى فى طرف المسطرة المتحركة وحينئذ كى ان ترفع المسطرة ف هـ بواسطة الجلبة السفلى ٥ يجعل الخط الافقى اب على ارتفاع اربعة امتار

٣٦ ـ تدريج المساطر ـ المسطرة الثابتة مقسمة الى سنتيمترات على وجهها الخلفى ح وصفر تدريجها يطابق سطح الارض وتقدر المليمترات بالورنيه الصغيرة المثبتة فى الجلبة و وتقرأ النظرة على هذا التدريج فى جميع الاحوال التى يكون فيها المرآى موجودا على المسطرة الثابتة أى متى كان مقدار النظرة أقل من مترين

هذا وأن احد جانبى المسطرة الثابتة وهو ل شكل ١٨ مدرج أيضا وبواسطته تقدر مقادير النظرات الاكثر من مترين وصفر هذا التدريج هو مستقر النهاية السفلى للمسطرة المتحركة أو علامة مترين المرقومة على الجنب المدرج للمسطرة الثابتة كذا شبت بجلبة المسطرة المتحركة ٥ ورنيه بها تقدر المليمترات والمرآى فى هذه الحالة يبقى ثابتا على الدوام فى الجزء الأعلى شكل ١٨ و ١٩ من المسطرة المذكورة

وبناء على ذلك تتركب النظرة ى ف من ى ط + هـ ف المساوية مترين ومن البعد ط هـ الذى يقرأ مباشرة على التدريج ل شكل ١٨

٣٧ وضع


شكل ١٩

٣٧ــ وضع القامة ـ المهندس يأمر مساعده أو أحد الشغالة بوضع القامة في النقطة المراد معرفة منسوبها ولكن بالنسبة لبعد مسافة الوضع فلا يمكن المهندس أن يخاطب حامل القامة الا باستعمال الاشارات فيتفقا على اشارات اصطلاحية كالآتية مثلاً

أولاً ـ لبيان ان القامة مائلة جهة اليمين أو اليسار فالمهندس يمد ذراعه في الجهة المضادة بحيث لا يكون افقيا

ثانيا ـ لرفع أو خفض المرآى يرفع المهندس يده أو يخفضها وتكون الحركة سريعة متى كان المرآى بعيدا عن النقط اللازم ان يشغلها وحينما يقرب منها تكون حركة اليد بطيئة

ثالثا اذا رفعت اليد جملة مرات فوق رأس الراصد يعلم من ذلك أنه يلزم تثبيت المرآى في طرف المسطرة المتحركة ثم تحريك هذه المسطرة

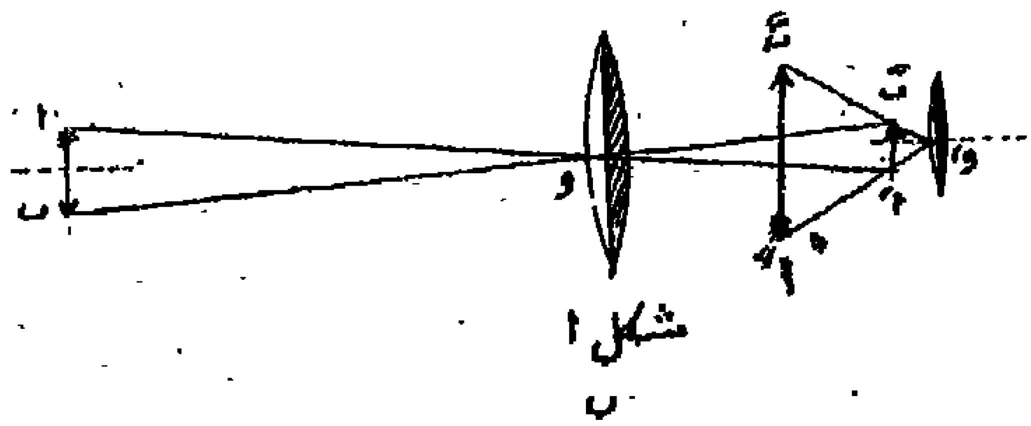
رابعا اذا حركت اليد افقية من اليسار الى اليمين بكيفية واضحة جدا فالمهندس يورى بذلك أن الخط الافقى مطابق للشعاع البصرى وحينئذ حامل القامة متر يربط اللجام لأجل تثبيت المرآى لكنه يحفظ القامة متر ويحلها لكي يتأكد المهندس مما اذا كان الخط الافقى مارا بالنقطة المطلوبة

خامسا ـ المساعد أي حامل القامة يقرأ النظرة بصوت عال أو يقيدها في دفتر مخصوص لذلك ثم يأتي بالقامة للمهندس ليتحقق من صحة القراءة التي قرئت أو قيدت بالدفتر

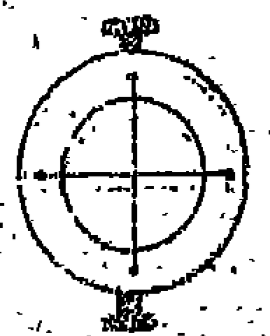
سادسا ـ حيث ان القامة متر هي أساس أعمال الميزانية فيلزم وضعها دائما رأسية عندما تكون في النقطة المراد وزنها وكذا يلزم على حاملها أن يوجه المرآى جهة الراصد في اتجاه الشعاع البصرى ويضعها رأسية اما بخيط الرصاص أو بنظرة ان كان متعودا وعلى المهندس أن يمرن الراصد على جميع ما ذكر قبل البدأ في العمل

الموازين ذوات النظارة والقامة متر الناطقة

٣٨ــ قبل الكلام على أنواع الموازين نذكر بعض أشياء تتعلق بالنظارة الفلكية لاستعمالها في أعمال الميزانية تتركب كل نظارة على العموم من عدستين احداها تكون جهة المرآى وتسمى الشيئية والثانية أمام عين الراصد وتسمى العينية ومن حامل شعر وجميع ذلك مركب في ماسورة من النحاس


شكل ٢٠

فالشيئية و تعطى للمرآى اب صورة مقلوبة أَبَ موضوعة على بعد قليل من البورة الأصلية للعدسة وهذه الصورة تشاهد وتعظم بواسطة عدسة العينية وَ فتشاهد صورة مثل أً بً ولأجل امكان اجراء الرصد بالدقة يلزم ان يوجد بالنظارة حامل شعر موضوع في النقطة التي تتكون فيها الصورة وحامل الشعر عبارة عن قرص منقوب يوجد عليه شعرتان متعامدتان شكل ٢١ ويوضع عموديا على المحور المهندسي لاسطوانة النظارة

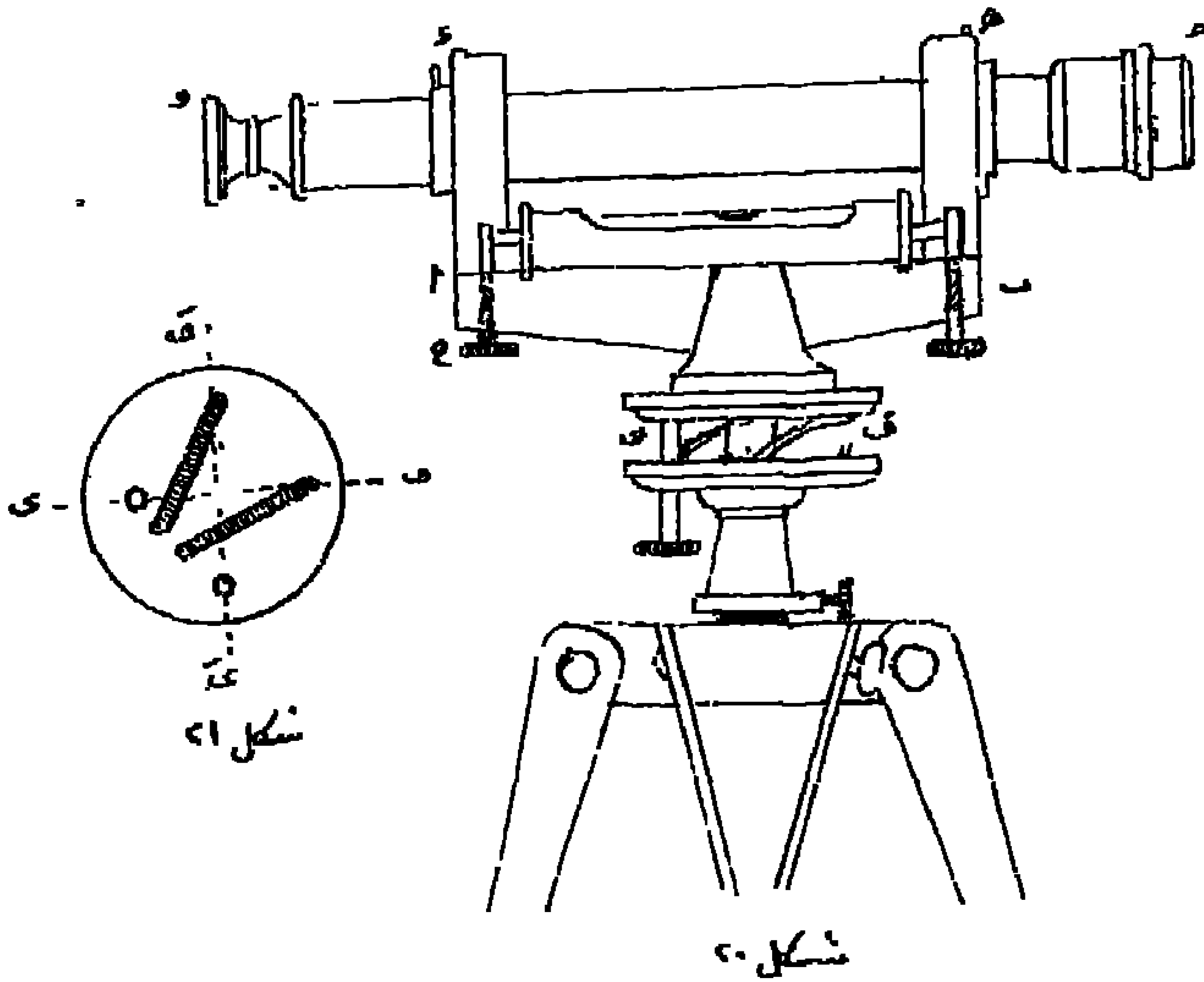

شكل ٢١

المحور البصري - يسمى محور بصري المستقيم الواصل بين نقطة تقاطع الشعرتين ومركز الشيئية
وفي النظارات المصنوعة جيداً يجب عن تطبيق المحور الهندسي للنظارة والمستقيم الواصل بين مركز حامل الشعر ومركز الشيئية على مستقيم واحد.

وعلى حسب نظر الراصد يكون حامل الشعر قريباً أو بعيداً من الصورة ٢ أ شكل ١٩
وتصنع النظارات من جملة قطع اسطوانية يمكن ادخال بعضها في بعض وبذلك يمكن تعديل بعد العدسات
والرصد شيئ ما يلزم وضع حامل الشعر بكيفية بها يمكن مشاهدة الشعرتين بالوضوح التام وبعد وضع هاتين القطعتين على بعد ثابت يحرك الانبوبة الحاملة لهما (وتسمى المجر) الى أن تشاهد صورة الشيئ بوضوح تام ويكون الشعاع البصري افقياً حينما تكون الفقيعة في الوسط

ميزان إيجولت

٣٩ ميزان إيجولت سمي بهذا الاسم لنسبة لمخترعه ويتركب من نظارة ح وروح تسوية وقاعدة اب موازية لروح التسوية شكل ٢٠



شكل ٢١

شكل ٢٠

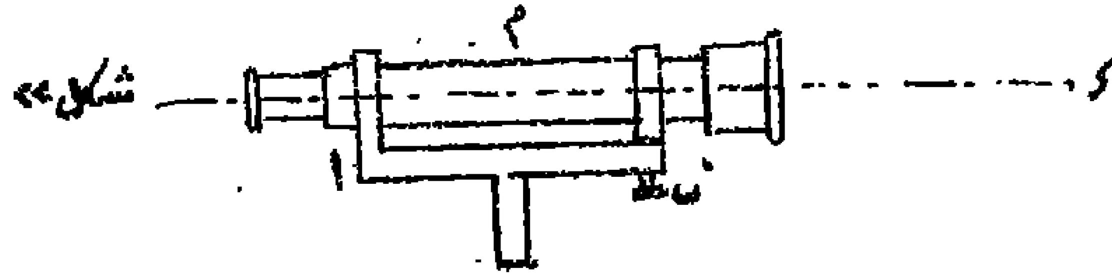
وتحرك الآلة حول محور رأسي يحمل صينيتين مجتمعتين مركبة تحدث حركة لكنها متباعدتين بواسطة زنبلكين قويين وبرمتين موجودة في نهايات قطرين متعامدين ى ف ، ى ق شكل ٢١
فيمكن رفع وخفض احدى نهايتي روح التسوية وكذا الحامل ب هـ للنظارة ولأجل تدوير النظارة طرفاً بطرف ترفع من على حاملها ثم توضع عليه ثانياً بحيث تكون العينية جهة نقطة ب

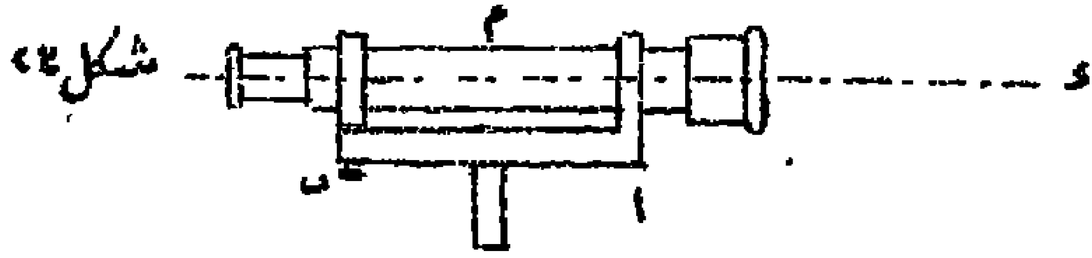
ويوجد فوق الحاملين ا ، ب هـ عصفورتين متحركتين يستعملان لحفظ النظارة في موضعها عند الاحتياج لذلك
٤٠ تصليح الميزان - عملية تصليح الميزان عملية ضرورية لكنها مطولة ودقيقة جداً ويجرى في الترتيب الآتي
أولاً تصليح روح التسوية - بعد وضع روح التسوية على اتجاه أحد القطرين ى ف ، ى ق شكل ٢١ تجعل الفقيعة في الوسط بواسطة البرمة ى وبعد ذلك تدار الآلة نصف دورة حول محورها الرأسي فاذا بقيت الفقيعة في الوسط تكون روح التسوية موازية للصينية العليا وفي الحالة العكسية تدار برمة روح التسوية ح والبرمة ى في اتجاه واحد

ثانياً - ان توضع الصينية العليا افقية - حيث ان القطر ى ف صار افقياً فيكفي ان توضع روح التسوية على اتجاه الخط ى ق ثم تجعل الفقيعة في الوسط بادارة البرمة ق فقط شكل ٢١ فاذا كانت العملية الأولى عملت بالدقة يلزم أن تبقى الفقيعة في محلها في مدة دورة كاملة للآلة
ثالثاً - جعل رواسم النظارة موازية للصينية - حيث ان الصينية صارت افقية فترصد نقطة بعيدة م شكل ٢٢

ثم

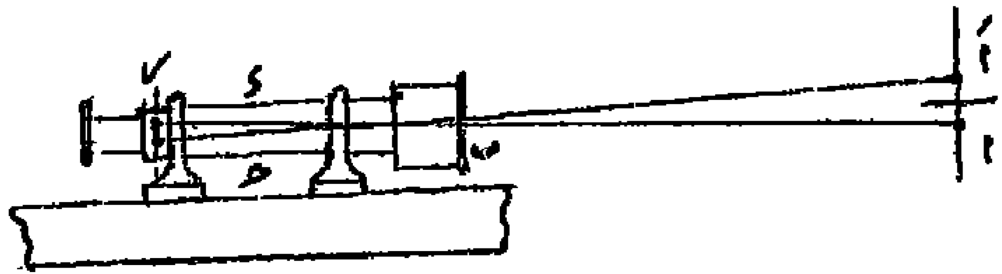
ثم تدار النظارة طرفا بطرف (شكل ٣٩) بحيث أن الراسم الاعلى م يبقى كما كان ثم يعطى للآلة حركة دورانية بقدر ١٨٠° حول المحور الرأسى لتصير العينية أمام عين الراصد ففى هذا الوضع شكل ٤٠ يلزم ان يكون المحور البصرى مارا بنقطة ى وحينما لا يحصل ذلك يصلح ارتفاع الحامل المتحرك ب بكيفية بحيث ان يؤخذ نصف الفرق الذى يتضح ثم تعمل تجربة جديدة





رابعا جعل المحور البصرى موازيا للصينية - بجعل المحور البصرى للنظارة منطبقا على محورها الهندسى يلزم أن يحرك حامل الشعر فى مستويه على حسب الاتجاهين المطابقين للشعرتين وهذه العملية يمكن اجراؤها قبل العمليات السابقة

والتحقق من هذا الانطباق توضع النظارة على حاملين كل منها ذو فرعين بحيث تكون احدى الشعرتين افقية ثم ترصد قامة مثر موضوعة على بعد ما أو نقطة شهيرة ونقلب النظارة بحيث أن الراسم الأسفل ح يصير أعلى فيشاهد على العموم نقطة ما ٢َ خلاف النقطة الأولى ١ فيحرك حامل الشعر الى أن يمر الشعاع البصرى بوسط ١١َ وباجراء العملية السابقة على راسمين متباعدين بقدر ٩٠° من الراسمين الأولين ح ا ى يتوصل لجعل المحور البصرى منطبق على محور النظارة وبتدوير الآلة على نفسها تشاهد دائما النقطة نفسها

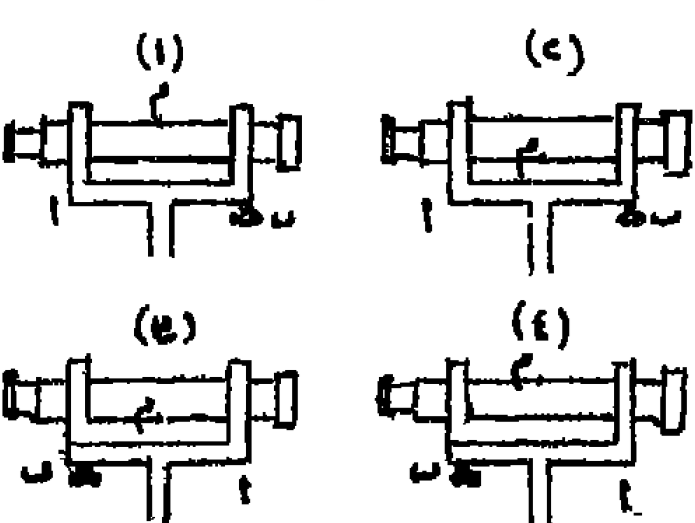


وفى احوال كثيرة وخصوصا فى الموازين لا تعمل الا عملية واحدة لانه يكفى ان تكون احدى شعرتى حامل الشعر وهى الموضوعة افقيا قاطعة للقامة فى نفس القسم السابق بعد دوران النظارة ١٨٠°

س ٤٢ نظرات الميزان على نقطة واحدة - رغما عن الاحتياطات التى تؤخذ فى اعمال الميزانية فمن الصعب تصليح الميزان بكيفية مضبوطة جدا ومع كل فيمكن اجراء العملية بالضبط باستعمال الطريقة الآتية وهى أن تعمل أربع نظرات على نقطة واحدة

فلنفرض أن النقطة المذكورة موضوعة على اليمين - ففى الوضع الأول يكون الحامل المتحرك ب من جهة القامة مثر والراسم م شاغلا لأعلى النظارة

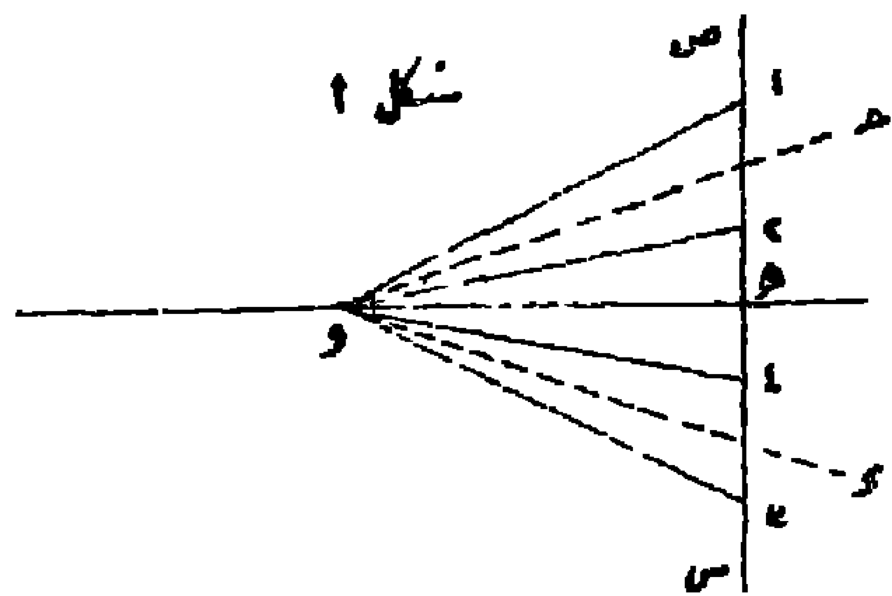
و فى الوضع الثانى تدار النظارة حول محورها ١٨٠° فيصير الراسم م اسفل النظارة



و فى الوضع الثالث يتغير طرفا النظارة كل محل الآخر بحيث يكون الراسم م فى الجزء الأسفل ولعمل القراءة يلزم اعطاء الآلة حركة دورانية حول محورها الرأسى بقدر ١٨٠°

فيكون الحامل الثابت اجهة القامة من
وفي الوضع الرابع الحامل الثابت ا يبقى ثابتا ويرى الراسم م الجزء العلوي

٤٢ـ متوسط النظرات ـ الاربع نظرات السابقة يمكن بيانها على مستقيم مثل س ص شكل ١ بتعظيم الفرق وبفرض ان الصينية افقية (٣٤ـ) ولنفرض ان وهـ هو الشعاع البصرى المراد الحصول عليه ، وحـ هو اتجاه محور شكل النظارة حينما يكون الحامل ب اكثر ارتفاعا من ا
ويكون اتجاه هذا المحور هو وء المماثل لمحور وحـ بالنسبة للافقي حينما تدور النظارة طرفا بطرف وتوجه الآلة جهة القامة عينها



فحينما يكون المحور البصرى ليس موازيا للرواسم أو ان الراسم العلوي م ليس موازيا للمستوى المعين بالصينية وبالمشعرة الافقية لحامل المتحرك فالنظرات المتحصلة بدوران النظارة حول محورها بقدر ١٨٠° تعطى الوضعين ١، ٢ المتماثلين بالنسبة للاتجاه وحـ لمحور شكل النظارة وتعطى الوضعين ٣، ٤ المتماثلين بالنسبة للخط وء حيثما يكون الحامل ب جهة الصينية
ولاجل الحصول على الافقي وهـ يكون أخذ متوسط النظرات المتماثلة بالنسبة لهذا الخط ولكن المرء يرمز ١، ٣ مثلا ومن ذلك تنتج القاعدة الآتية

٤٣ـ قاعدة عملية ـ للحصول على قراءة مضبوطة بميزان غير مضبوط ترصد أول نظرة وبعد تغيير طرفي النظارة كل محل الآخر تدار حول محورها نصف دورة وبعد وضعها في محلها يدور الميزان بقدر ١٨٠° حول المحور الرأسي لجعل الصينية جهة الراصد وبعد ذلك ترصد النظرة الثانية فمتوسط النظرتين المذكورتين يكون هو مقدار النظرة الحقيقية

٤٤ـ تنبيه ـ في الاعمال المعتادة يصلح الميزان على قدر الامكان ثم تعمل نظرة واحدة ومن مسافة لأخرى يربط على الروبيرات للتحقق من النواتج ولكن في الميزانيات الدقيقة تعمل نظرتان انما يعتنى جيدا بتغيير طرفي النظارة كل محل الآخر لأن ذلك يحتاج لأعتناء زائد خوفا من تحرك الآلة
وكثير من المخترعين اجروا تنويعا في ميزان ايجولت لمنع تغيير طرفي النظارة وقت العمل وكذلك صار تعويض الصينيتين بواحدة فقط وعمل لأسفل الآلة قاعدة تنفذ فيها ثلاث برم ارتكاز بهار تكون الآلة على قرص لحامل ذي الثلاث أرجل

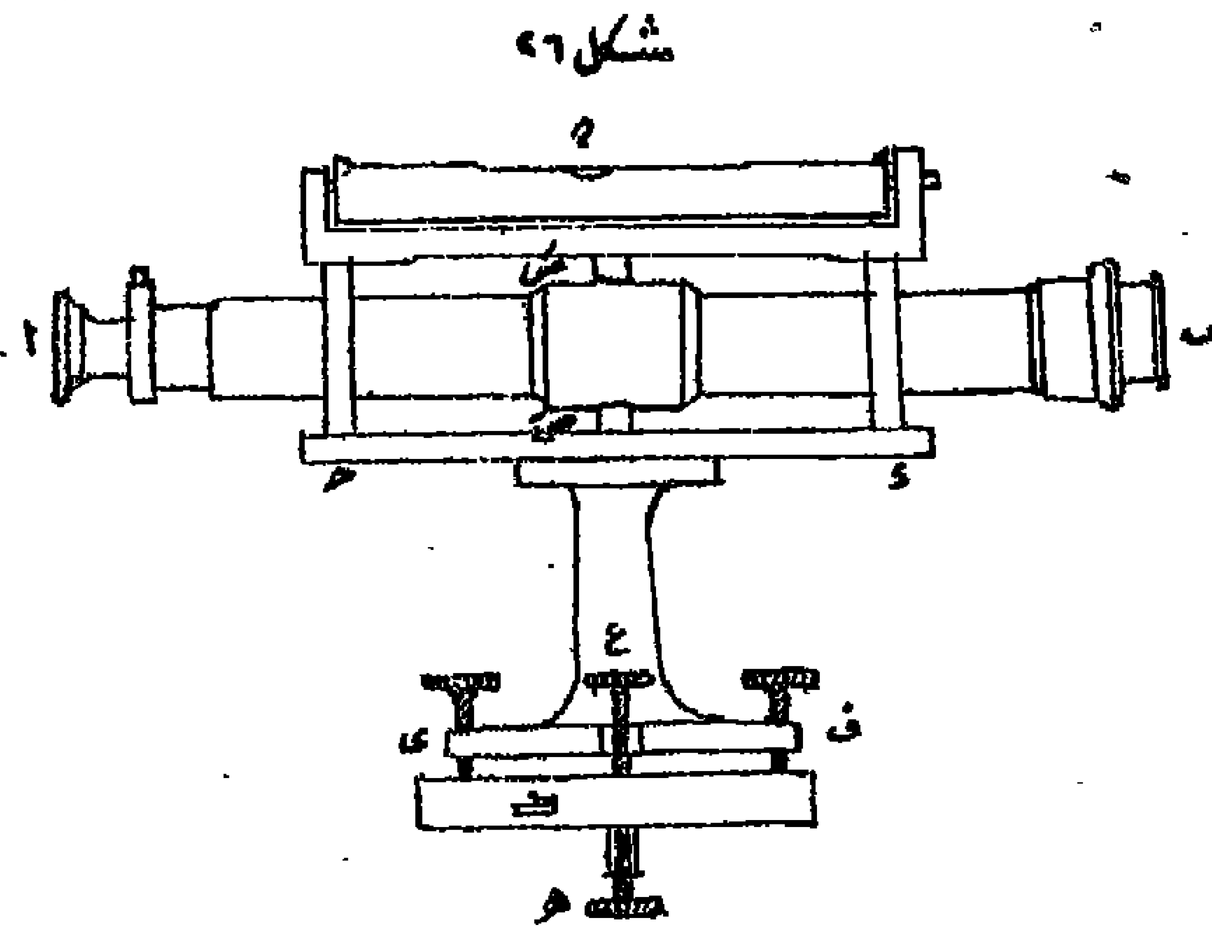
في الميزان ذي الصينية

اي ميزان لونوار

٤٥ـ الميزان ذو الصينية المعروف بميزان لونوار نسبة لمخترعه يتركب من نظارة اب مثبتة في منشورين بشكل

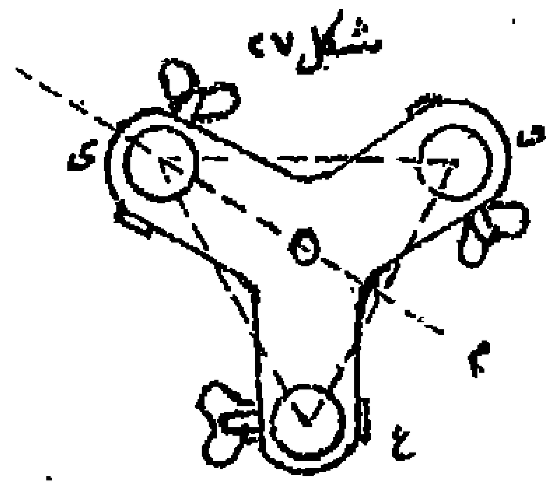
بشكل متوازى المستطيلات ومتساوى الارتفاع ترتكز بواسطتها على قرص دائرى (صينية) محمول على عمود مثبت فى مركز قاعدة على شكل مثلث متساوى الاضلاع وهذه القاعدة ى ف ع ترتكز على قرصة حامل من الخشب ذى ثلاثة ارجل ينتهى كل منها بركيز من الحديد بواسطة ثلاث برم تسمى برم الارتكاز
وفى وسط المسافة المحصورة بين المنشورين المثبتين على النظارة صباعان ص، ص مثبتان فيها بالتعامد على محورها وإتجاه احدهما هو امتداد اتجاه الآخر وأحدهما يدخل فى ثقب مصنوع فى مركز القرص الدائرى حـ ء ليكون دليلا لحركة النظارة والثانى يدخل فى ثقب مصنوع فى قاعدة روح التسوية وهذه القاعدة توضع على السطحين العلويين للمنشورين لجعل الآلة افقية عند الاستعمال وقد توضع على القرص الدائرى اى على الصينية لجعلها افقية عند اللزوم
والآلة تثبت على حاملها بواسطة برمة هـ ذات زنبلك شكل ٢٦ تسمى برمة الربط وبها يستعين المهندس على جعل القاعدة ى ف ع فى الوضع المناسب بواسطة برم الارتكاز
س ٤٦ـد تأهيب الميزان - بما ان روح التسوية منعزلة عن النظارة فيمكن تصليحها كما فى (س ٣٣ـد) وأما المنشوران فيلزم ان يكونا متساويين بغاية الضبط وهذا الشرط يحقق بالصناعة ويمكن عند الاحتياج تنقيص ارتفاع احدهما بواسطة الصنفرة

شكل ٢٦



ا ب نظاره
حـ ء صينية
ى ف ع برم ارتكاز
هـ برمة ذات زنبلك لربط الآلة بالحامل ذى الثلاثة أرجل
د روح التسوية

شكل ٢٧



(المسقط الافقى للقاعدة المثلثية التى تحمل البرم الثلاث ى ، ف ، ع)

وبوضع النظارة بالتعاقب على وجهين متقابلين للمنشورين واجراء العمل كما فى س ٤٠ـد يمكن جعل المحور البصرى للنظارة موازيا للصينية التى يرتكز عليها المنشوران
ولجعل الصينية حـ ء افقية توجه روح التسوية على اتجاه الخط المتوسط ى م للمثلث المتساوى الاضلاع (شكل ٢٧) وبواسطة البرمة ى تجعل الفقيعة فى الوسط فحينئذ يكون المستقيم ى م افقيا ثم تعمل عملية ثانية

متابسابقة بواسطة برمة أخرى

٤٧ـد طريقة الشغل ـ بعد تأهيب الآلة للعمل تنظر أول نظرة بالميزان ثم تدار النظارة ١٨٠° حول محورها الهندسى وتوضع على الصينية متكئة على الوجهين الحلزونيين للمثنورين لأجل عمل النظرة الثانية

وكثير من المهندسين يفضل استعمال ميزان لونوار ذى الصينية عن ميزان ايجولت

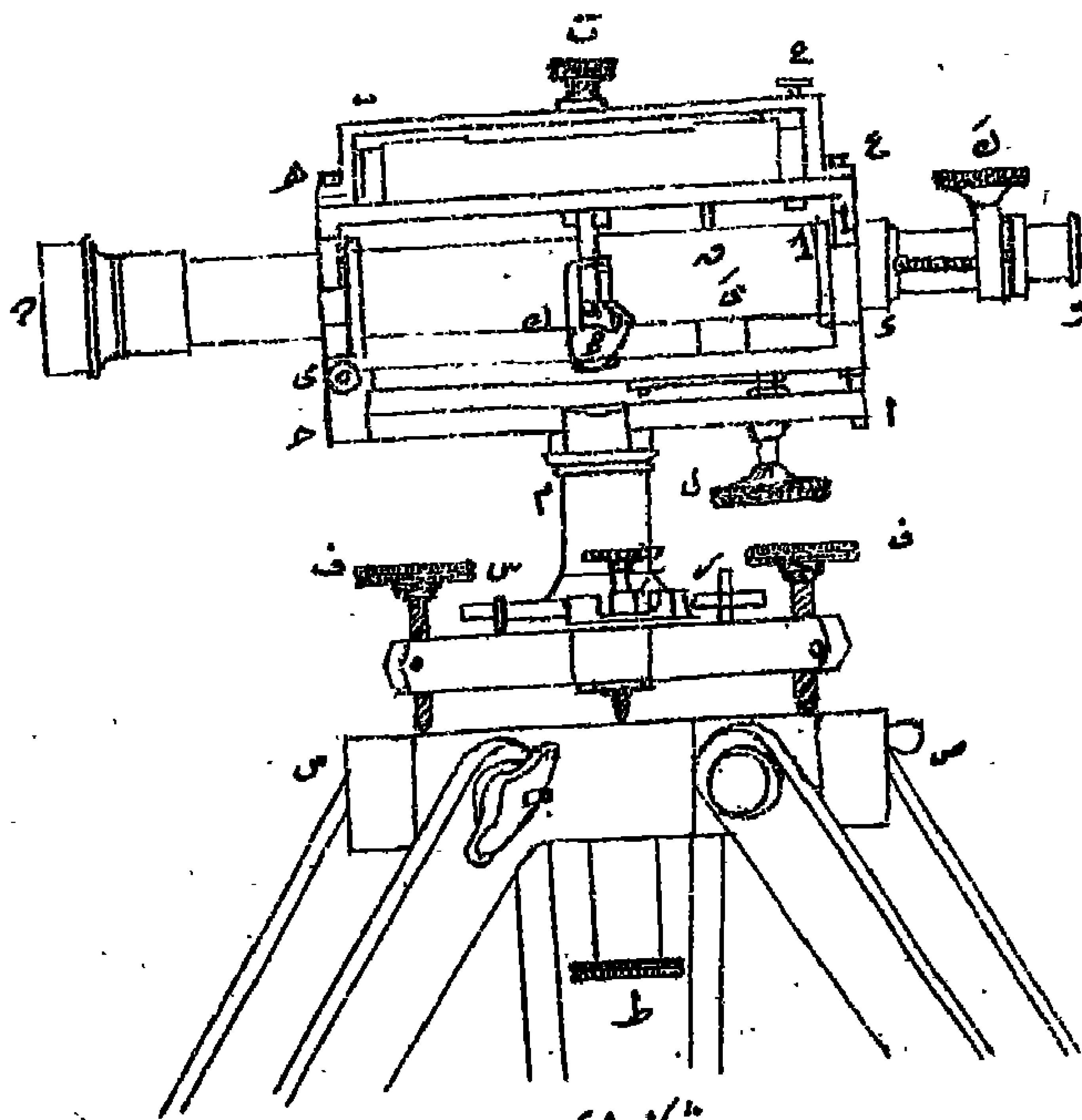
٤٨ـد الميزان ذو الطاسة ـ ميزان لونوار ذو الصينية صار تحويره كثير من الصناع واغلب التحسينات التى عملت فيه تنسب للمهندس بوردلو

ويسمى ميزان ذو الطاسة النوع الذى فيه الصينية قد صار تعويضها بطاسة على شكل مخروط ناقص حرفها سطح مستوى يتحرك عليه المثنوران الحاملان النظارة ويوجد على حامل روح التسوية وعلى النظارة أرقام مكتوبة تساعد على عدم حدوث بعض الخطاآت

فى ميزان برونير

٤٩ـد ميزان برونير المسمى أيضا ميزان ساليرون نسبة لصانعه فيه الحامل وروح التسوية موضوعين كما فى ميزان لونوار ولكن النظارة موضوعة كما فى ميزان ايجولت لكنها لا تكون بعيدة عن الجزء اهم

سنشد وصفه ـ تتركب قاعدته من ساق مخروطى م مثبت على قرص مثلثى الشكل به ثلاث برم ارتكاز



شكل ٢٨

تفصيلات ميزان برونير

وو النظارة ، اس روح التسوية ، احم أسفل الآلة المرتكز على القرص س من الحامل ذى الثلاث أرجل

احـ القاعدة الأصلية المثبتة عمودية على الساق م

ى ى قاعدة ثانية عليها من الطرفين شعبتين لحمل النظارة وو

ف ف برم ارتكاز القاعدة المثلثية الشكل على قرص الحامل

ع هـ قاعدة روح التسوية منتهية من طرفى جزئها السفلى بشعبتين يرتكزان على شعبتى القاعدة الثانية ى ى ويكونان معها طوقين لامكان دوران النظارة بينها

ق ، قَ شفتان مثبتتان على النظارة من الأمام ترتكزان على مسمارين مثبتين على احدى شعبتى القاعدة ى ى والقصد من الشفتين المذكورتين ان يحددا دوران النظارة حول محورها وتوضع المجموعة بكيفية بحيث ان احدى شعرتى حامل الشعر تكون افقية حينما تتكئ كل شعبة منهما على المسمار الخاص بها

ك رافعة ذات مرفقين من طرفيها يمكنها ترتج حول حامل وتشغل وضعين مختلفين فحينما يكون المرفق القصير راسيا فروح التسوية مع

لا يمكن

لا يمكن تباعدها عن النظارة ووقت عمل الميزانية يعمل المرفق الطويل رأسيا كما فى الشكل فحينئذ يمكن رفع روح التسوية ودورانها ١٨٠° ووضعها على النظارة ثانيا ويكون حركتها فى الاتجاه الرأسى محدودة

ل برمة تصليح وتحقيق النطاق

م ساق مخروطى يدور حول محور عمودى على القاعدة المثلثية النافذ منها برم الارتكاز الثلاثة ف ، ف ، ف

و النظارة ، ك برمة لتحديد نظر الراصد بتباعد العينية أو تقاربها من الشيئية ه

س قوس دائرى ينتهى به الساق

ر برمة حركة بطيئة لتدوير القوس بطى لجعل النظارة فى الاتجاه المطلوب

ت زر موضوع فى برواز روح التسوية ويستعمل لتغيير طرفيها كل محل الآخر

ح برمة معدة لتصليح وتحقيق روح التسوية

س س قوصة مثلثية للحامل ذى الثلاث أرجل

ط برمة ذات زنبلك لربط الآلة مع الحامل ذى الثلاث أرجل وتسمح لمسامير الارتكاز بالتأثير ويوجد برمة مارة من وسط س س ورأسها مدفوع بزنبلك موضوع بالقرب من قاع الأسطوانة ط

والساق المخروطى مار من وسطه محور مرتبط ارتباطا تاما بالقاعدة اد وهذه القاعدة تحمل الجزء العلوى للآلة بواسطة قاعدة أخرى ى ى ذات شعبتين (شكل ٤٨)

وروح التسوية الموضوعة على النظارة يمكن رفعها بواسطة الزر ت وتدويرها طرفا بطرف

والرافعة ك المثبتة فى القاعدة ى ى عدد الانتقال الرأسى لروح التسوية وأن طوق النظارة يمنعان كل حركة طولية لروح التسوية

والشعب التى تنتهى بها القاعدتان ى ى ، ع ه تكونان مثمن منتظم مرسوم على دائرة النظارة (شكل ٤٩)

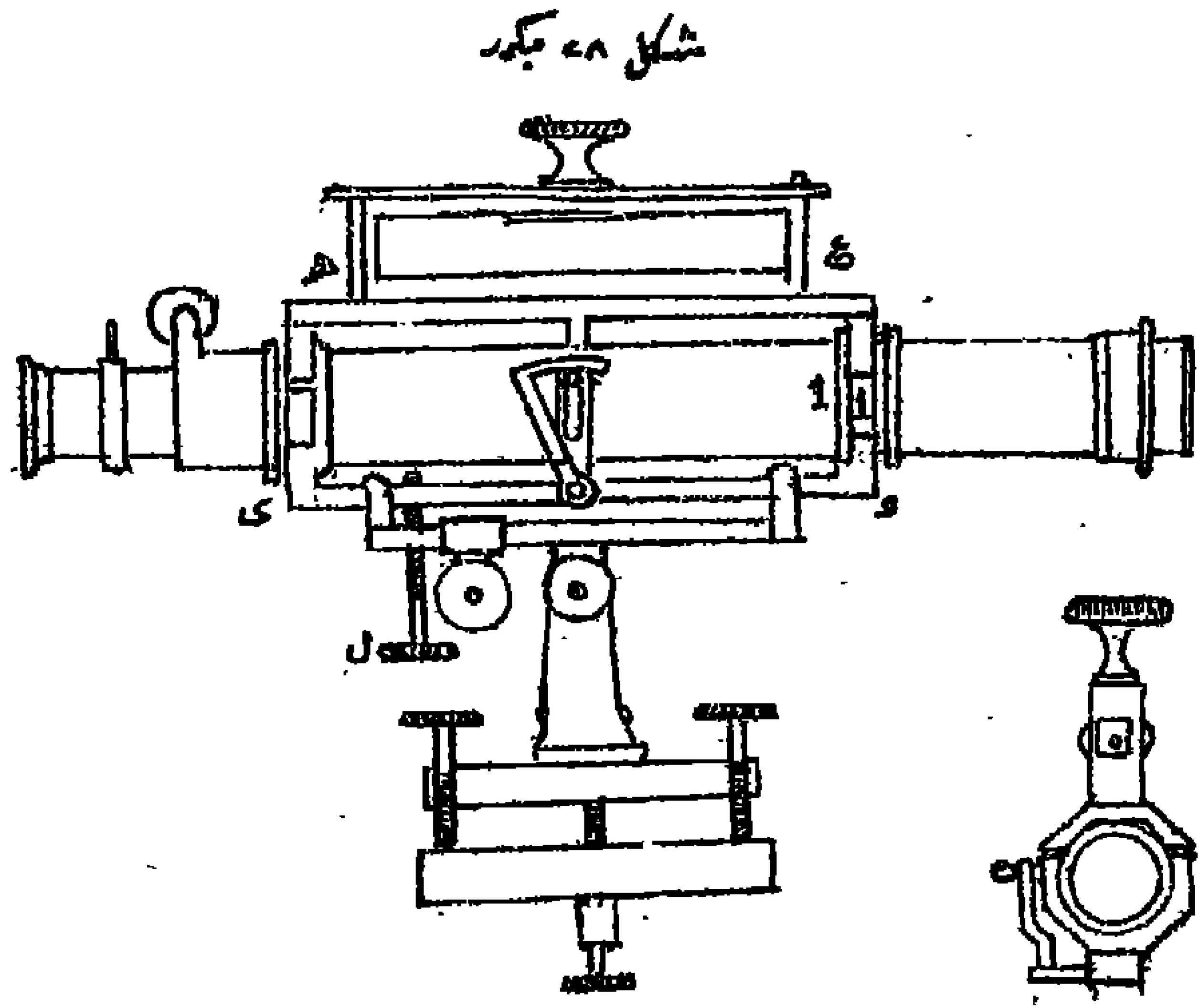
متى تكون تأهب الآلة للشغل - العمليات اللازم اجراؤها لتصليح ميزان برونير مشابهة للعمليات التى يحتاجها ميزان ايجولت وميزان لونوار ويمكن اجراؤها على الترتيب الآتى

اولا تصليح روح التسوية - لتحقيق روح التسوية يجعل الجزء العلوى من الآلة فى اتجاه برمة من برم الارتكاز ولتكن ف (شكل ٤٨) ثم تثبت فى هذا الوضع بواسطة برمة الربط التى تنفذ فى الساق وتتكون على المحور الرأسى للآلة

ثم تجعل الفقيعة فى الوسط بتدوير البرمة ف قليلا أو كثيرا وبدون تغيير اتجاه النظارة يغير طرفا روح التسوية كل محل الآخر فاذا لم تصر الفقيعة فى الوسط يصلح نصف الفرق بواسطة البرمة ف والنصف الآخر بواسطة البرمة ح التى توجد على احد حاملى روح التسوية ثم تكرر هذه العملية الى أن تصير الفقيعة فى الوسط ولا تحتاج للتصليح

ثانيا جعل محور روح التسوية عمودى على المحور المار من الساق - فبعد جعل الجزء العلوى للآلة فى اتجاه

المستقيم المار بالمحور وبالبرمة ف وتكون الفقيعة فى الوسط حيث أن روح التسوية صار تصليحها تترك القاعدتان ع ه ، ء ى فى وضعيهما الخاصين بهما وتدار الآلة بأكملها ١٨٠° حول محور المساق ثم تجعل الفقيعة فى الوسط بعمل نصف الفرق بالبرمة ل والنصف الآخر بالبرمة ف (شكل ٨) وتكرر العمل الى أن ينعدم الخطأ



ثالثا جعل المحور الرأسى أى جعل الآلة أفقية لذلك يقال انه بعد جعل النظارة فى اتجاه البرمة ف بحيث تكون الفقيعة فى الوسط [وهذه النتيجة يحصل عليها من العملية الأولى] يكون المحور فى المستوى الرأسى المار بالحامل وبالبرمة ف ويكفى وضعه فى آن واحد فى مستو آخر رأسى ولذلك تدور الآلة ٩٠° لجعل المحور الافقى لروح التسوية فى مستو مواز للمستقيم الواصل بين برمتى الارتكاز الآخرتين ثم تجعل الفقيعة فى الوسط بتصليح الخطأ وبعمل النصف بواسطة كل من مسمارى الارتكاز المفروضين وانما يعمل ذلك بتدويرهما فى اتجاهين مختلفين

ومتى صار المحور رأسى تبقى الفقيعة فى الوسط حينما يرسم دورة افقية كاملة بالجزء العلوى للآلة

رابعا - جعل المحور البصرى للنظارة منطبقا على محور شكلها - لذلك يجرى بالنظارة على قامة وتعين قراءة النظارة ثم تدار النظارة بقدر ١٨٠° بين الطوقين الحاملين لها بحيث ان الراسم الأسفل يصير أعلى ثم يجرى على القامة نفسها ثانيا وتقرأ القراءة ويصلح نصف الفرق بالتأثير على حامل المشعر وتكرر العملية الى أن ينعدم الخطأ

٥١ تنبيه - بعد الاربع عمليات المتقدمة تكون الآلة مؤهبة للشغل وموضوعة جيدا فى نقطة الوضع فاذا صار تغيير الوضع يكفى وضع المحور رأسيا بواسطة برم الارتكاز الثلاثة اى جعل الآلة افقية ليس الا لأن باقى التحقيقات السابقة تكون محققة

٥٢ طريقة العمل - بعد تطبيق الرقم ١ المحفور على القاعدة العليا مع الرقم ١ المحفور على روح التسوية (شكل ٨) تعمل اول نظرة وبدون تغيير اتجاه النظارة بغير طرفا روح التسوية كل محل الآخر ثم تدور النظارة ١٨٠° بدورانها حول محورها ففى هذا الوضع الرقم ٢ الموجود على القاعدة العليا يطابق رقم ٢ المرقوم على روح التسوية وحينئذ تعمل النظرة الثانية ومتوسط النظرتان المذكورتان يكون هو النظرة المطلوبة

تنبيه - العمليتان التى ذكرناها يطابقان للنظرتين ١ ، ٣ أو ٢ ، ٤ الذى يعطيهما ميزان ايجولت (٤٢)

فى ميزان كولد ذى النظارة المعاكسة

٥٣ قد اخترع هذا الميزان لغرضين - الأول للحصول على طريقة سهلة مهمة يمكن اجراؤها على الدوام وهى جعل

جعل المحور البصرى للنظارة عموديا بالضبط على المحور الرأسى للآلة والثانى الحصول على شكل لطيف منتج جامع للقوة والصلابة فى آن واحد خصوصا وأن هاتين الخاصيتين هما الاكثر لزوما

وبهذه الواسطة لاتكون الالة عرضة للخلل الذى يمكن حصوله عند عدم الاعتناء وقت الاستعمال الأمر الذى لابد منه فى بعض الاحوال وخصوصا باستعمال الميزان ذو الطوقين المنشوريين ومع حفظ الفوائد العظيمة التى توجد فى الموازين القديمة فى انشاء الموازين الجديدة قد احترس من اضرار الأولى [اى القديمة]

ولوحة مبين فيها الآلة بأكملها وتركيبها مبين بلوحة التى فيها شكل ا يبين وجهة طولية للنظارة ا ف ا ف طوقان دائريان محورهما محور ماسورة النظارة والماسورة تشبه ماسورة الميزان ذو الأطواق المنشورية

وحامل الشعر معوض هنا بشكل مكون من خطين رأسيين ومن خط افقى وهذه الخطوط مرسومة على زجاجة مركبة فى قطعة متصلة بحامل الشعر الذى يمكن توضيب اسطوانته فى الاتجاه الرأسى بواسطة برم متضادة ء ، ء وذلك للحصول على انطباق تام للمحور البصرى للنظارة والمحور الهندسى

ويمكن تقريب الشيئية من حامل الشعر أو تباعدها عنه بتدوير البرمة م التى رأسها مصحوب بتسنين على دائرة والطوقات الدائريان ف ، ف بدلا من ان يرتكزا على طوقين منشوريين يدخلان بأحكام لطيف فى الحلقتين س ، س المكونات طرفى الكم س ـ س ـ س

وحيث ان قطرى الطوقين وقطرى الحلقتين متساوية بالضبط فالنظارة يمكن ادخالها بناء على ذلك من اى طرف من طرفى الكم ودفعها الى أن يصير الحاجز س ت المعد للوقوف مماسا لطرف الكم ويمكن تثبيته معه بالبرمة س ح

وأحد طرفى الكم وهو س متصل ببرمة مسحوبة مارة بثقب مصنوع فى الصينية ح ـ ح وهذه البرمة يمكن جعلها رأسية ويحفظ وضعها بواسطة صامولتين ? ، ?

وتصليح الكم س ـ س ـ س يتضمن جعل محور شكله عموديا على المحور الرأسى للجزء ب ويعمل ذلك بالصفة الآتية

فينتخب أولا علامة للتجربة مرأى صغير جدا شكله واضح للغاية وليس ضرورى أن يكون هذا الشيئ موجودا فى استواء الآلة أو على ارتفاع كارتفاعها

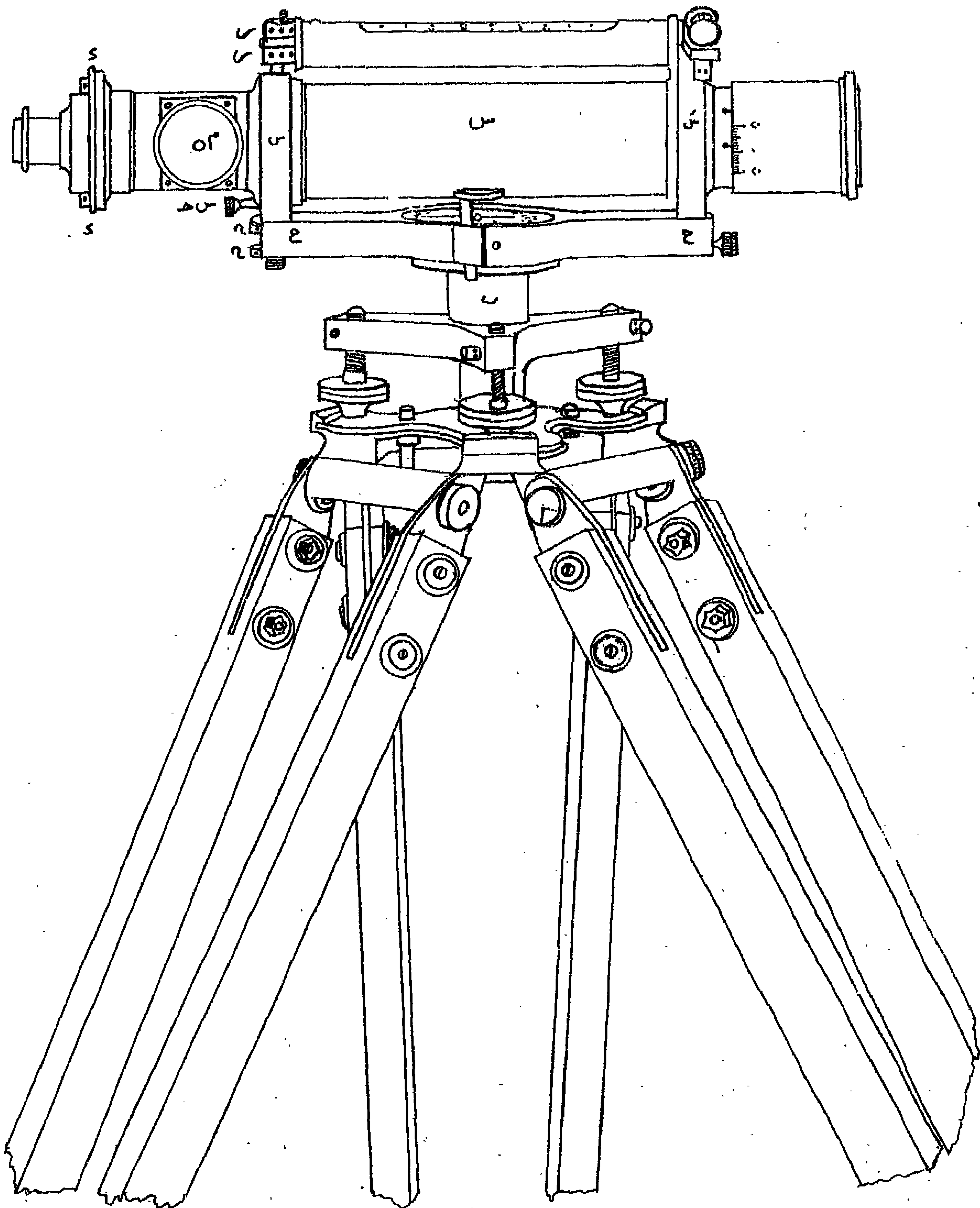
ويمكن أخذ هذا المرأى ثقب ابرة فى قطعة من الورق توضع على بعد لايقل عن عشرين مترا

فاذا كان المراد تصليح الآلة فى متسع من الأرض فهذه الطريقة لايمكن استعمالها دائما ولكن ليس من الصعب وجود شيئ ثابت ظاهر ظهورا تاما من الاشياء المحيطة بالآلة وغير متحرك فتثبت الآلة تثبيتا تاما على حاملها بحيث أنه حينما تكون النظارة موجهة جهة النقطة الثابتة تكون موجهة على اتجاه برمة من برم الارتكاز

ثم تقرب او تبعد الصينية الى ان يظهر حامل الشعر ظهورا تاما وبعد توجيه النظارة جهة النقطة الثابتة

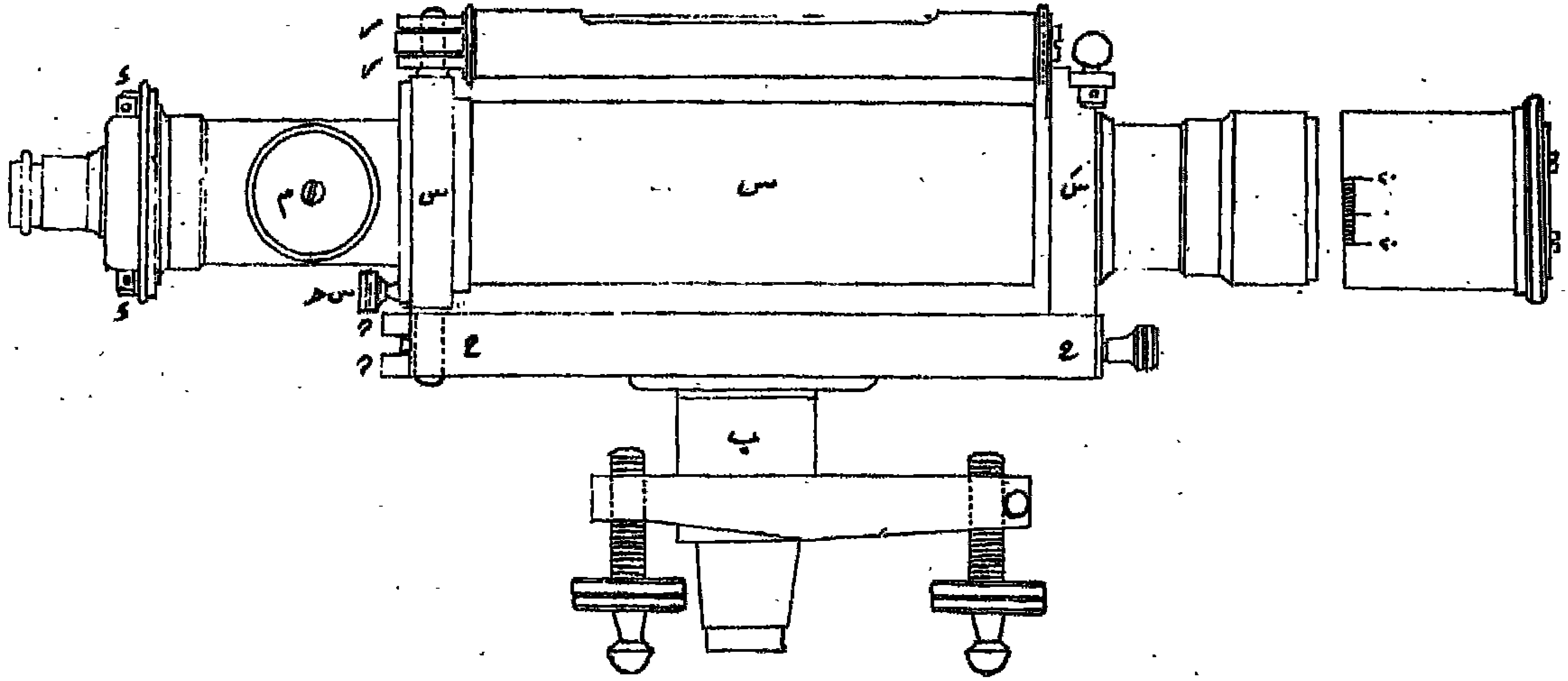
میزان کوک

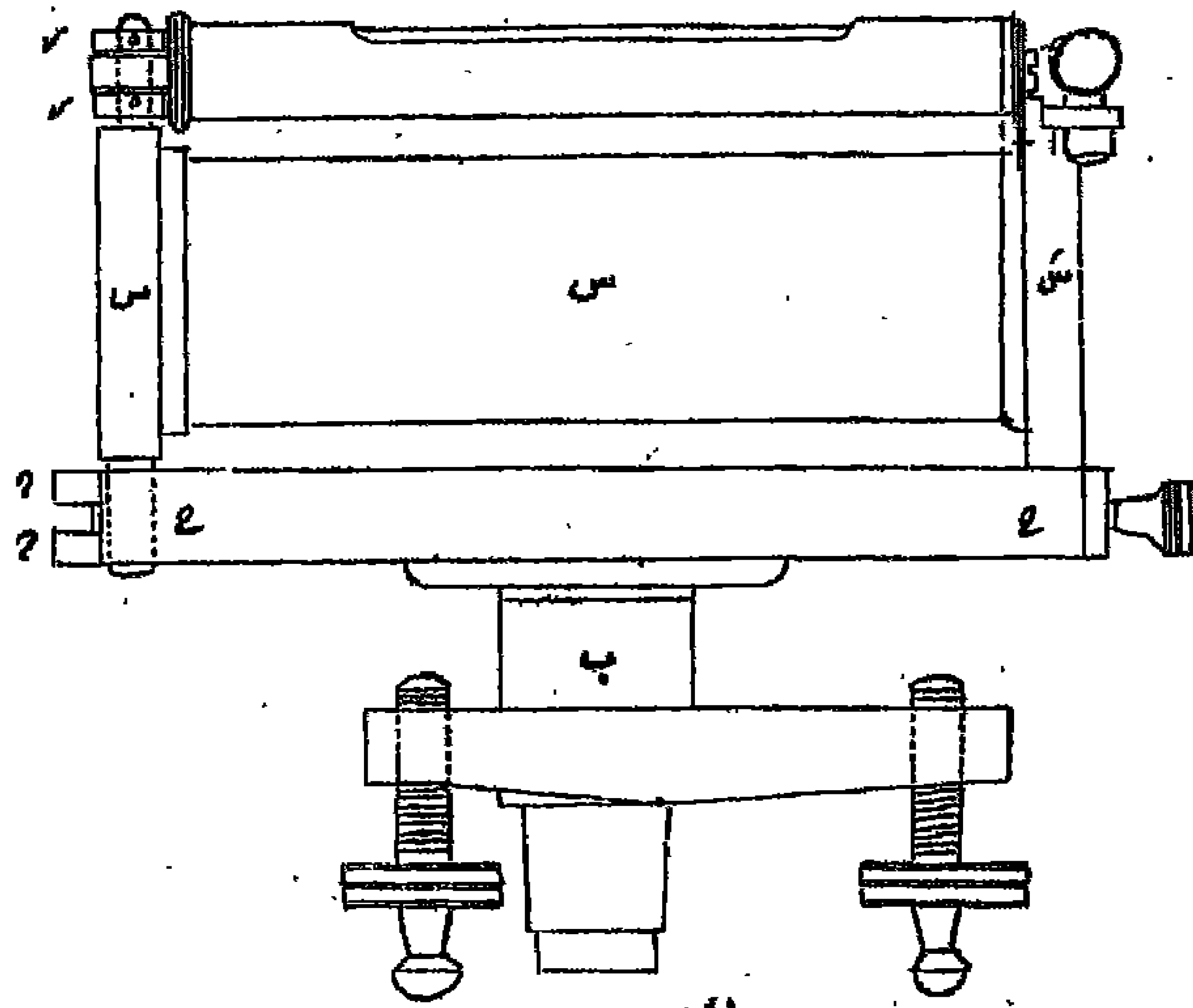
لوحه



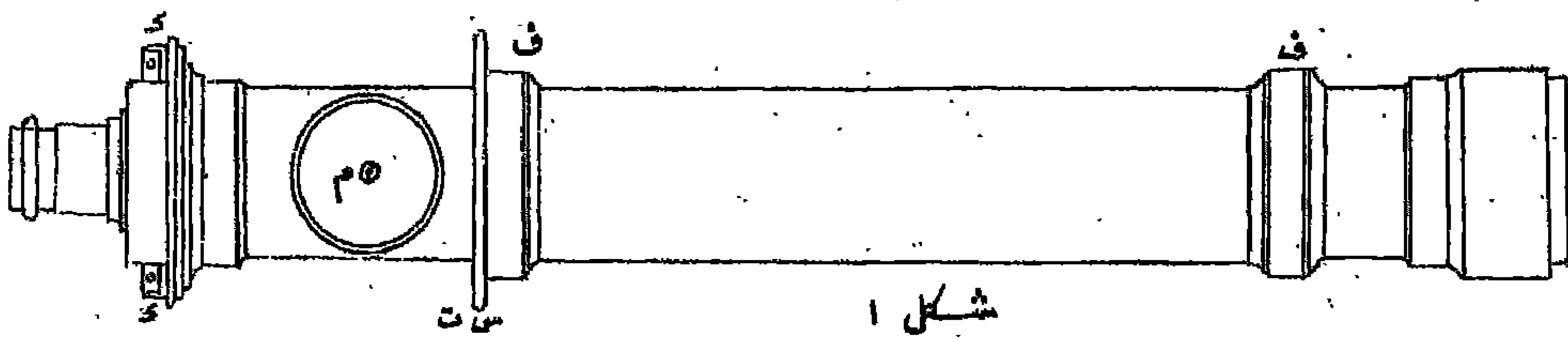
لوحة ٣

شكل ٤





شكل ٣



شكل ١

اى المرآى يحث عن جعل صورة المرآى منطبقة على الجزء الافقى المحصور بين الشعرتين الرأسيتين وذلك بواسطة برمة الارتكاز وحينئذ يلزم الحصول على الوضع الحقيقى للبورة

فاذا حرك المهندس عينه من أعلا لأسفل خلف العينية ووجد ان صورة المرآى لاتترك الخط الافقى يستنتج من ذلك أن النظارة جيدة

ولكن اذا ظهر أن الصورة تتبع حركات العين اعنى تتحرك فوق الأفقى حينما تكون عين الراصد فوقه أو تكون تحت الافقى اذا كانت عين الراصد تحته فصورة الصورة لا تنطبق على افقى حامل الشعر بل توجد امامه بينه وبين الشيئية فحينئذ يلزم جلب الشيئية جهة حامل الشعر بواسطة المزرم

فأن ظهر أن صورة المرأى تتحرك فى اتجاه مضاد لحركة العين أعنى تحت الافقى حينما تكون عين الراصد فوقه والعكس بالعكس يعلم حينئذ أن الصورة قريبة من العين عن حامل الشعر

ويصلح هذا الخطأ بأبعاد الشيئية عن حامل الشعر بواسطة البرمة م بعينها وبعد تعيين وضع البورة تعيينا تاما كيفية بحيث أن افقى حامل الشعر يقسم صورة المرأى الى قسمين متساويين ترفع البرمة س حـ وتخرج النظارة باعتناء من الكم ثم تدور بعد ذلك طرفا بطرف لوضعها فى الكم بانثانى فيقال حينئذ أن النظارة دورت فى الكم أو يقال أن الكم صار تدويره بالنسبة للنظارة

ويلزم الاحتراس من أن الغبار يتراكم على طوق النظارة وقت ادخالها فى الكم وان يبقى الثقب الموجود فى الحاجز س ت الذى تمر فيه البرمة س حـ وأسيا تحت الماسورة حينما تكون النظارة فى نهاية مجراها بحيث يكون الخط العرضى لحامل الشعر افقيا على قدر ما يمكن

فاذا رصد المرأى من جديد وكانت صورته غير منقسمة بالضبط بواسطة الخط الافقى لحامل الشعر لكنها توجد سواء فوقه أو تحته فتدور حينئذ برمة الارتكاز الموجودة تحت النظارة الى أن تصير صورة المرأى فى وسط المسافة بين الوضع الأول والافقى وبعد ذلك ترخى صامولتا الضغط ء ء على قدر اللزوم حتى يمكن تدويرهما بقوة متوسطة مؤثرة على طرف المفتاح الذى يستعمل لتنظيمها

ثم يرفع أو يخفض الطرف س للكم الى أن يقسم الأفقى صورة المرأى الى قسمين متساويين وبعد اجراء ذلك تدور الآلة فى الكم ويصلح نصف الخطأ الجديد الحادث من هذه العملية بواسطة برمة الارتكاز والنصف الآخر بواسطة صامولتا الضغط ء ا ء

وتعاد هذه العملية جملة مرات الى أن تصير صورة المرأى منصفة تنصيفا مضبوطا وأن تدوير النظارة لا يشعر منه بوجود خطأ جديد

واذا ترآآى أنه من الضرورى تحقيق انطباق المحور البصرى للنظارة على محورها الهندسى فبعد انقسام الصورة الى قسمين متساويين تخرج البرمة س حـ ثم تدور ماسورة النظارة حول محورها الى أن الخط العرضى يصير افقيا كما كان فاذا لم تكن الصورة منصفة وظهر انها اما فوق أو تحت هذا الخط فالخطأ أو الانحراف يصير تصليحه بالتأثير على برمة الارتكاز الموجودة تحت النظارة الى أن يؤول الخطأ الى نصفه والنصف الثانى يصير تصليحه بواسطة الصامولتين المتضادتين ء ا ء

ثم تدور النظارة من جديد حول محورها كما فعل ذلك سابقا وكل خطأ يحدث من هذه العملية يصلح بالطريقة التى ذكرناها ويستمر على اجراء هذه العملية الى أن يتحصل على حالة الضبط المرغوبة

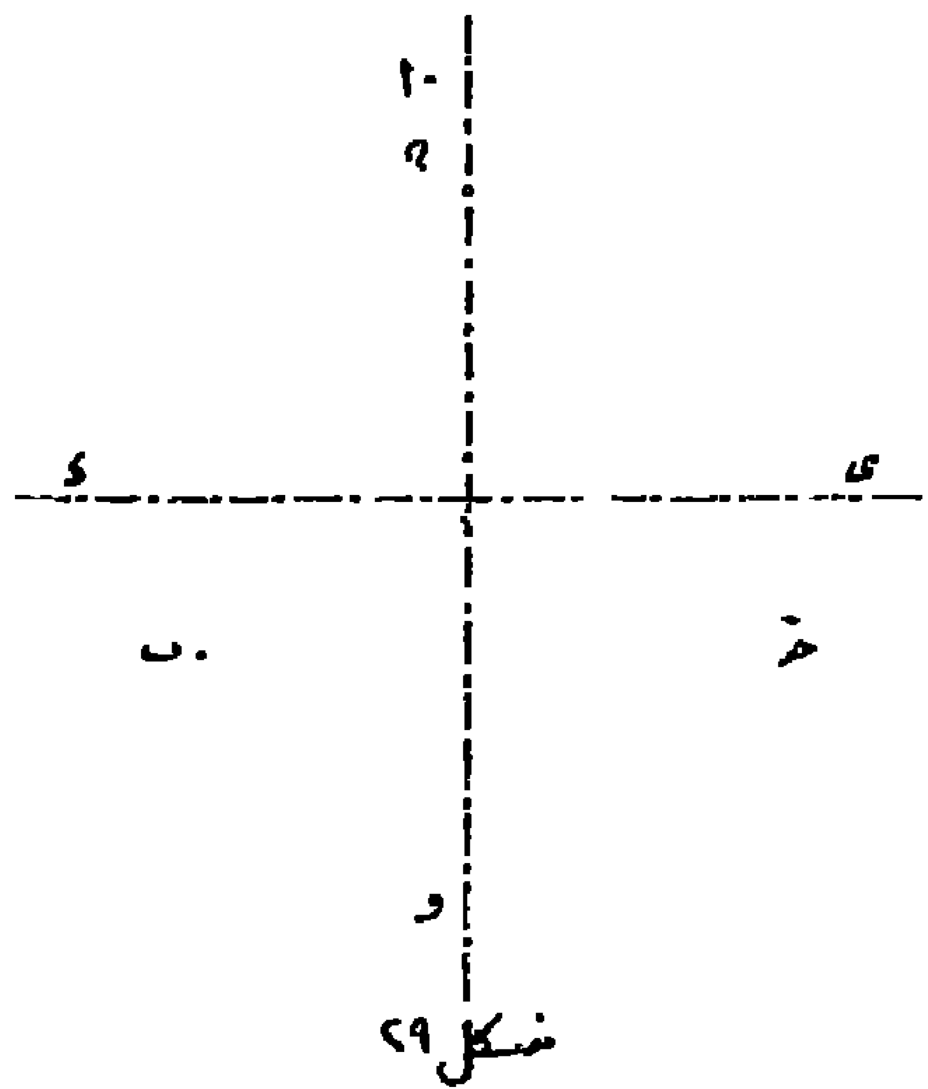
تصليح روح التسوية ـ أنه بعد وضع الآلة افقية بغاية الضبط بواسطة برم الارتكاز الثلاثة تدور النظارة

حول

حول محورها الرأسى الى أن تصير موازية للخط الواصل بين مركزى برمتين من برم الأرتكاز فلتكن ا ، ب ، حـ برم الارتكاز الثلاث فتوضع حينئذ النظارة على اتجاه ء - س الموازى ب حـ وبواسطة البرمتين ب ، حـ تجعل الفقيعة فى الوسط بحيث ان نهايتيها يطابقان لاقسام متساوية من جهتى المركز وبعد ذلك تدور النظارة طرفا بطرف على حاملها فاذا لم تحفظ الفقيعة الوضع المتوسط كما كانت فيه سابقا يصير حينئذ تصليح الخطأ بالنصف فيعمل النصف الأول بتدوير أحد مسمارى الأرتكاز ويصلح النصف الثانى بزنق صامولتى الربط ر ، ر مثلا

فاذا فرض انه بتدوير النظارة حول محورها تكون الفقيعة على بعد ٨ اقسام من الوضع المتوسط السابق تدور حينئذ احدى البرمتين ب أو حـ لترجيع الفقيعة ٤ أقسام جهة وسط انبوبة روح التسوية وبواسطة الصامولتين ر ر يتم جعل الفقيعة فى الوضع المتوسط فحينئذ كل طرف من طرفى الفقيعة الهوائية يشغل اقسام بقدر التانى فى جهتى الوسط

وبعد ذلك تجعل النظارة فى وضع ٩٠° بالنسبة للأول بحيث أن تكون فوق برمة الأرتكاز ٢ وموازية الى ء - و ثم تدور البرمة ٢ الى أن نهايتى الفقيعة تشغلان اقساما واحدة وحينئذ تدور النظارة واذا وجد اختلاف فيكون قليلا بالطبع ونصلح باعتبار النصف بواسطة برمة الارتكاز ٢ وصامولتا الربط ر ، ر كما ذكرناه سابقا



شكل ٢٩

وحينئذ يمكن اعتبار أن انبوبة روح التسوية صارت مصلحة تصليحا تاما ويوصل لضبط اعظم باعادة العملية التى ذكرناها بفرض ان النظارة موضوعة دائما بالتوازى للخط ء - س أو للخط ء - و

ويلزم الاعتناء بعد كل دورة للنظارة أن يعطى لفقيعة روح التسوية الزمن اللازم حتى تهدأ هدوا تاما وبعد انتهاء التصليح يلزم ان تكون النظارة مستريحة فى كمها مع حاجزها س ت بالتماس للنهاية س للكم بحيث يمكن تثبيتها فى هذا الوضع بواسطة البرمة س حـ

فى القامة ميرا الناطقة

٥٤ــ القامة ميرا الناطقة عبارة عن مسطرة مقسمة تقاسيمها ظاهرة بحيث ان المهندس يمكنه أن يقرأ عليها النظرات بواسطة النظارة وينسب اختراعها الى المهندس بوردلو الذى تنسب اليه أعمال كثيرة فى الميزانيـــة

٥٥ــ تركيب القامة ــ يوجد وضعان مستعملان فى عمل القامة الأول يستعمل حينما لا تعمل الانظرة والمعدة على القامة فى النقطة الواحدة وفى هذه الحالة تكون المسطرة مقسمة دسيمترات وكل واحد منها يشتمل على خمسة

أقسام متساوية كل منها يساوي اثنين سنتيمتر وتقدر الأبعاد الصغيرة بالتقريب
والنوع الثاني يستعمل حينما يقرأ على القامة نظرتان بالنسبة للنقطة الواحدة

٥٢ فتقسم القامة في هذه الحالة الى أقسام كل منها عبارة عن اثنين ديسيمتر لكنها تمر بالأعداد ١ و٢ و٣ و.... الخ أعني نصف العدد الذي تبينه الديسيمترات الحقيقية وكل قسم من هذه الأقسام منقسم الى خمسة أقسام كل منها أربعة سنتيمترات وملونة على التعاقب باللون الأحمر واللون الأبيض فإذا نظر على القامة نظرة واحدة يلزم تضعيف مقدار العدد الذي يقرأ عليها ولكن إذا قرأت نظرتان يلزم إضافة الناتجان وتحسب الأقسام الصغيرة بالنسبة لاثنين سنتيمتر فليكن اب أول خط أفقي فيوجد ٦ أقسام كبيرة + ٣ أقسام صغيرة + ½ وعلى حسب الاتفاق تكتب النظرة ٦ ديسيمتر + ٦ سنتيمتر + $\frac{٢ \text{ سنتيمتر}}{٢}$ فيكون مقدار النظرة ٠٫٦٧م

وليكن ءَ بَ الخط الأفقي للنظرة الثانية للميزان فيكون مقدار النظرة يساوي ٦ ديسيمتر + ¾ ٢ أقسام صغيرة من اثنين سنتيمتر أي تساوي ٠٫٦٥٥م ويكون مجموعهما

٠٫٦٧ + ٠٫٦٥٥ = ١٫٣٢٥م

هو مقدار النظرة الحقيقية حيث أنه لم يكتب في كل مرة سوى نصف الارتفاع الحقيقي وترقم الأرقام على القامة معكوسة لتسهيل قراءتها بواسطة النظارة ويتغير طول القامات الناطقة من ٣ الى ٦ أمتار وخيط الرصاص يساعد على وضعها رأسية وحاملها يمسكها من قبضتين مثبتتين على بعد ١٫٨٠ متر من نهايتها السفلى

٥٦ فائدة القامة الناطقة ـ القامة الناطقة تساعد لعمل الميزانية بسرعة أكثر مما لو استعملت القامة المعتادة (ذات المرآة) ومع كل فباستعمال القامة المعتادة يلزم أن يكون حاملها متعودا عليها من قبل أو أن المهندس يكون مجبورا على عمل التحقيقات المستمرة على النظرات التي قرأت بواسطة حامل القامة مع أنه باستعمال القامة الناطقة تقرأ النظرة مباشرة بمعرفة المهندس

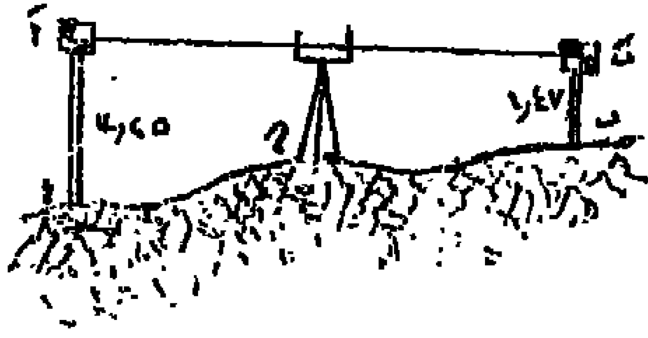
عمليات الميزانيـة

الميزانية البسيطة

٥٧ أنواع الميزانية ـ تنقسم الميزانية الى قسمين أصليين وهما الميزانية البسيطة والميزانية المركبة ويزاد على ذلك على أمور تتعلق بعمليات الجس ويعمل لها عمل مخصوص

٥٨ تعريف ـ الميزانية البسيطة هي التي تعمل من وضع واحد مهما كان عدد النظرات التي يصير إجراؤها ويمكن اعتبار الأحوال الآتية

٥٩ الحالة ـ



شكل ٤١

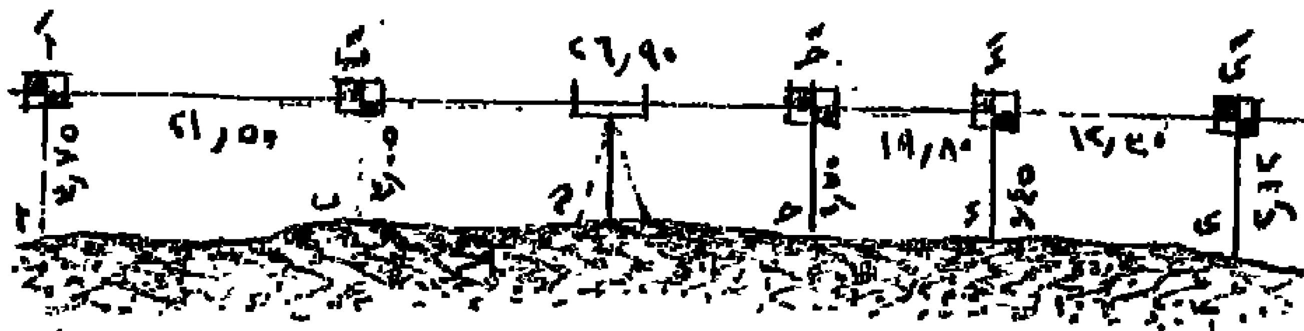
مسألة ٥٩ الحالة الأولى وزن نقطتين - للحصول على الفرق بين ارتفاعى نقطتين ا وب يوضع الميزان على بعدين متساويين تقريبا من النقطتين المراد وزنهما (مسألة ٥٤) ثم توضع القامة فى كل واحدة منهما على التوالى لأجل تعيين ارتفاع كل منهما

ولتكن ا آ = ٣٫٠٥ ، ب ت = ١٫٤٧ فيكون الفرق بينهما = ٣٫٠٥ - ١٫٤٧ = ١٫٥٨ متر وحينئذ تكون نقطة ب أعلى من نقطة ا بقدر ١٫٥٨ متر

مسألة ٦٠ تنبيهات - الأول - من المعتاد أن المهندس يجعل نفسه فى اتجاه النقطتين المفروضتين ولكن هذا الأمر ليس ضروريا وقد يكون مستحيلا أحيانا

الثانى - النقطة الأكثر ارتفاعا بالنسبة لوضع واحد هى التى تكون قراءتها التى قرأت على القامة مباشرة أصغر من جميع القراآت

مسألة ٦١ الحالة الثانية ميزانية جملة نقط على مستقيم واحد - يمكن ان نعين من وضع واحد ميزانية جملة نقط موجودة على مستقيم بفرض أن القامة يوجد فيها الطول الكافى بالنسبة لكل منها وتكون الأرض قليلة التغيرات (الارتفاعات) فيوضع الميزان على اتجاه ا ى فى وسط المسافة الكائنة بين النقطتين المتطرفتين تقريبا ثم توضع القامة مترا بالتعاقب فى النقط ا ، ب ، .... لتعيين ارتفاع كل منها



مسألة ٦٢ المناسيب المنسوبة لمستوى مقارنة - لربط ميزانيا النقط ا ، ب ، .... شكل ٤٢ بالشغل الاجمالى الذى يعمل فى الميزانية المركبة فنعين المناسيب نسبة جميع النقط الموزونة لمستوى المقارنة المنتخب او لسطح البحر (مسألة ٥٧)

ففى الحالة الأولى يعطى لاحدى النقط منسوب عظيم لأجل ان يكون مستوى المقارنة أسفل جميع النقط المراد وزنها وبذلك لا يكون هناك داع لكتابة منسوبات سالبة وفى الحالة الثانية يلزم معرفة ظهور نقطة من النقط أو تعيينها مباشرة بربط النقط المذكورة مع روبير معلوم

فلنفرض ان نقطة ا أعطيت منسوبا مترين أعنى ان يؤخذ مستوى مقارنة أسفل افقى الميزان بقدر ٥٫٧٥ م فللحصول على مناسيب النقط الأخرى يلزم ان يطرح من المقدار ٥٫٧٥ م كل عدد قرأ على القامة أعنى أن منسوب نقطة ب = ٥٫٧٥ - ٣٫٠٥ = ٢٫٧٠ م

ح = ٥٫٧٥ — ١٫٧٠ = ٤٫٠٥ والخ

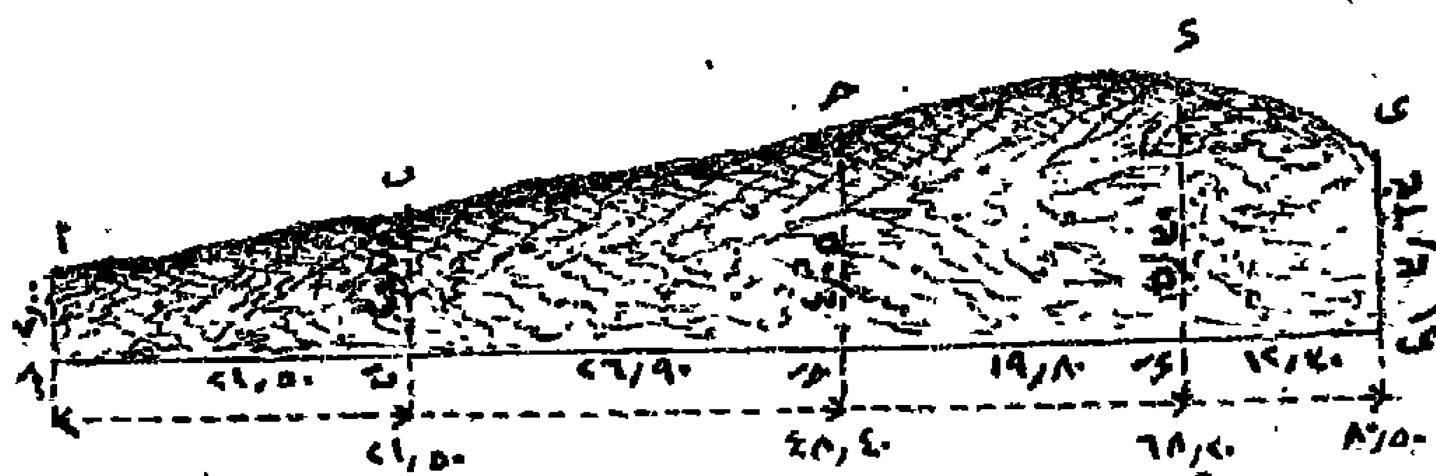
٥٣ دفتر الميزانية – فى اغلب الأحيان يعمل دفتر تبين فيه النقط الموزونة وأبعاد النقط المتتالية ومقادير النظرات التى قرأت على القامة وفرق توازن النقط سواء كان متزايدا أو متناقصا والمناسيب التى حسبت بالنسبة لمستوى المقارنة المنتخب والملحوظات التى نشأت من عملية الميزانية ويمكن أن يعطى للدفتر الوضع الآتى

نقط مرصودة	ابعاد النقط مقيسة من نقطة أ	نظرات القامة	فروقات +	فروقات −	مناسيب محسوبة	ملحوظات
أ	٠٫٠٠	٣٫٧٥			٢٫٠٠	المنسوب المعلوم
ب	٢١٫٥٠	٣٫٠٥	٥٫٧٠		٢٫٧٠	
ح	٤٨٫٤٠	١٫٧٠	١٫٣٥		٤٫٠٥	
د	٦٨٫٢٠	٠٫٤٥	١٫٢٥		٥٫٣٠	
ى	٨٠٫٥٠	٢٫١٢		١٫٦٧	٣٫٦٣	

٥٤ تكوين الميزانية بالرسم – لتحويل الميزانية تؤخذ قاعدة للعمل أ ى تدل على مستوى المقارنة ثم تعلم عليها النقط ب، ح ،.... الخ على حسب الأبعاد المقيسة محولة لمقياس الرسم وتقام الأعمدة أ أ، ب ب، الخ على القاعدة المذكورة

ولأجل اعطاء العلاوى والمنخفضات هيئة ظاهرة يؤخذ عادة مقياس الرأسيات مخالف لمقياس الأفقيات (شكل ٤٢) وقد عمل الرسم هنا باعتبار المقياس ١/١٠٠٠ للأفقى أ ى وعملت الاحداثيات الرأسية بمقياس ٣/١٠٠٠

٥٥ قد يراد فى بعض الأحوال عمل ميزانية جملة نقط موضوعة بكيفية حيثما اتفقت على قطعة أرض فحينما تكون الأرض قليلة التماوج وأن ابعاد هذه النقط عن نقطة مأخوذة



شكل ٤٢

فى الوسط معتبرة نقطة وضع لا تزيد عن مقدار طول نظر الميزان فيجرى العمل كالآتى

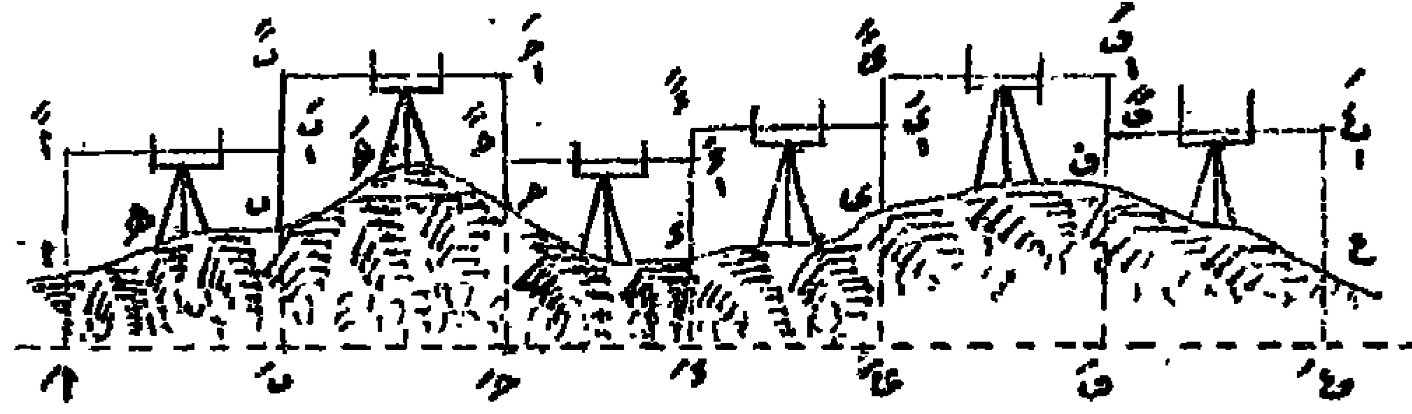
يوضع الميزان فى نقطة مركزية موفيا للشروط وضعه فى نقطة الوضع ثم ترصد القامة التى يصير وضعها

على

على التوالى فى النقط الارضية وتكتب نتيجة القراءة فى دفتر كالدفتر السابق
واذا أريد وضع هذه النقط على خريطة قطعة أرض نقاس الزوايا التى تتكون بين الاشعة المصرية الخارجة من نقطة الوضع لجميع النقط مبتدأ من وضع ثابت معين على الخريطة مع قياس ابعادها عن نقطة الوضع

الميزانيـة المركبة

٦٦ـ تعريف ـ الميزانية المركبة ليست شيئا آخر سوى تتابع جملة ميزانيات بسيطة مرتبطة اثنين اثنين بنقطة واحدة يؤخذ ارتفاعها من وضعين مختلفين
ويلزم استعمال الميزانية المركبة حينما يكون البعد الافقى للنقطتين المراد معرفة فرق توازنهما أكبر من طول نظر الميزان أوحينما يكون الفرق بين ارتفاعى هذين النقطتين فوق مستوى مقارنة واحد يزيد عن طول القامة أو لا يمكن رؤيتهما من محل واحد
٦٧ـ مثال لعمل ميزانية مركبة ـ المطلوب معرفة فرق توازن النقطتين ا ، ع التى لا يمكن وزنهما من وضع واحد شكل ٣٤



شكل ٤٤

لذلك نضع الميزان فى نقطة هـ مثلا والقامة فى نقطة ا ثم نقيد الارتفاع ا اً ونأخذ البعد هـ ب = هـ ا تقريبا ثم نرصد القامة الموضوعة فى نقطة ب بدون حصول تغير فى سطح الميزان للحصول على مقدار الارتفاع ب بً ثم ينقل الميزان فى نقطة هَ وفى اتجاه ا ف ونرصد القامة الموضوعة فى نقطة ب ثانيا ونقيد الارتفاع ب بَ ثم نقرأ الارتفاع ح حَ ومن وضع ثالث يقيد الارتفاع ح حً ، ء ءَ ولخ
٦٨ـ المؤخرة والمقدمة ـ أنه بالنسبة للاتجاه ا ع الذى يتبعه المهندس تسمى نظرة مؤخرة النظرة التى تعمل على النقطة التى تركت خلفه وقت السير للامام ونظرة أمامية أو مقدمة النظرة التى تعمل على النقطة الأمامية التى لم نصل اليها (المتجه اليها)
فمثلا بفرض الميزان فى نقطة هـ فالنظرة المؤخرة تعطى الارتفاع ا اً وأما النظرة الأمامية أو المقدمة فهى التى تعطى ب بً وكذا فى الوضع الثانى ب بَ هو النظرة المؤخرة ، ح حَ النظرة الأمامية (المقدمة)
النقطة ا لا يكون لها سوى نظرة مؤخرة والنقطة ع لا يكون لها سوى نظرة مقدمة

بند ٦٩ ـ دفتر الميزانية المركبة ـ الدفتر الذى يقيد فيه مقادير النظرات التى قرأت والفروقات والمناسيب المحسوبة يشبه دفتر الميزانية البسيطة ولكن يلزم عمود زيادة عن اعمدة الدفتر الأول لأنه اعتبر قراءتان للنقط المتوسطة

نمر النقط	أبعاد	نظرات خلفية	نظرات أمامية	فروقات +	فروقات −	مناسيب النقط	ملحوظات
ا		٣٫٢٠	،،			٦٢٥٫٤٠	منسوب معين مباشرة واليه تنسب جميع النقط
ب	٢٥٫١٠	٣٫١٥	١٫٢٠	٢٫٠٠		٦٢٧٫٤٠	
حـ	٣٥٫٤٥	١٫٠٠	٢٫٧٥	٠٫٤٠		٦٢٧٫٨٠	
ء	١٨٫٧٤	٣٫٧٤	١٫٨٥		٠٫٨٥	٦٢٦٫٩٥	
ى	٣٢٫٥٠	٣٫٥٦	٠٫٤٥	٣٫٢٩		٦٣٠٫٢٤	
ف	٤١٫٤٠	١٫١٥	١٫١٧	٢٫٣٩		٦٣٢٫٦٣	
ع	١٦٫٣٤	،،	٣٫٢٩		٢٫٦٤	٦٣٠٫٤٩	
		١٥٫٨٠	١٠٫٧١	٨٫٠٨	٢٫٩٩		
		٥٫٠٩		٥٫٠٩			

بند ٧٠ ـ حساب المناسيب أو الطودات ـ نقطة مبدأ الميزانية المركبة يكون لها طودة معلومة أو يعطى لها طودة كبيرة على قدر الامكان للاحتراس من المناسيب السالبة

ويعلم بواسطة هذا الجدول ان النقطة ب اكثر ارتفاعا من نقطة ا لأن الشعاع البصرى [الافقى] اعطى ٣٫٢٠ للمؤخرة على نقطة ا ، ١٫٢٠ للنظرة المقدمة على نقطة ب والفرق بين النظرتين ٣٫٢٠ ـ ١٫٢٠ = ٢٫٠٠ هو فرق موجب فيكتب فى عمود المقادير الموجبة وباضافة هذا المقدار لطودة نقطة الابتداء يكون ٦٢٧٫٤٠ هو منسوب نقطة ب

ويعلم ايضا ان نقطة حـ فوق نقطة ب لأن ٣٫١٥ ـ ٢٫٧٥ = ٠٫٤٠ فحينئذ تكون طودة نقطة حـ هى ٦٢٧٫٨٠

ولكن نقطة ء أوطى من نقطة حـ لأن النظرة الامامية ١٫٨٥ اكبر من النظرة الخلفية ١٫٠٠ والفرق ٠٫٨٥ يكون سالبا فيكتب فى عمود المقادير السالبة ويطرح من طودة نقطة حـ فيكون ٦٢٦٫٩٥ وكتابة الفرق ٠٫٨٥ فى العمود الثانى يمكن ايضا اظهارها كما يأتى ـ للحصول على الفرق بين المناسيب مهما كانت المقادير النسبية لمناسيب النقطتين المجاورتين يلزم طرح النظرة المقدمة للنقطة الثانية المعتبرة

المعتبرة من النظرة المؤخرة للنقطة الأولى
فإذا كان الناتج موجبا يكون الفرق متصاعدا وإذا كان سالبا يكون متناقصا وحينئذ للمرور من نقطة حـ لنقطة ء يكون

١٫٠٠ – ١٫٨٥ = – ٠٫٨٥

وبالنسبة للنقط ء ، ى ، ك ، ف ، م ، ق ، ع يوجد

٣٫٧٤ – ٠٫٤٥ = ٣٫٢٩

٣٫٥٦ – ١٫١٧ = ٢٫٣٩

١٫١٥ – ٣٫٢٩ = – ٢٫١٤

س٧١ قاعدة لحساب المناسيب أو الطودات – في كثير من الأحوال تحسب الفروقات لأجل تعيين الأحداثيات أى المنسوبات أو طودات النقط المتتابعة ويمكن الحصول على الناتج نفسه بملاحظة أن اضافة ٢ متر للمنسوب ٦٢٥٫٤٠ للنقطة الأولى يرجع لاضافة ٣٫٠٠ للمنسوب المعلوم وطرح ١٫٠٠ من المجموع المتحصل ومن ذلك تنتج القاعدة الآتية
للحصول على منسوب أو طودة نقطة ما يلزم اضافة النظرة المؤخرة للنقطة السابقة على منسوبها ويطرح من المجموع مقدار النظرة المقدمة للنقطة المطلوب معرفة منسوبها

س٧٢ البعد الرأسي للنقطتين المتطرفتين – حينما تحسب المناسيب أو الطودات لجميع النقط يكفي مقارنة منسوب النقط الابتدائية بمنسوب النقطة الانتهائية للحصول على فرق التوازن المطلوب أعني أن

٦٣٠٫٤٩ – ٦٢٥٫٤٠ = ٥٫٠٩

حينئذ تكون نقطة ع مرتفعة عن نقطة ا بقدر ٥٫٠٩
وفي الاشغال المركبة تحسب منسوبات جميع النقط فإذا كان الغرض من عملية الميزانية المركبة معرفة الارتفاع النسبي لنقطة ع بالنسبة لنقطة ا فيمكن الحصول على النتيجة بدون حساب المناسيب
لانا وجدنا أن ب مرتفعة عن ا بقدر ٢٫٠٠ متر و حـ مرتفعة عن ب بقدر ٠٫٤٠ فتكون حـ مرتفعة عن ا بقدر ٢٫٠٠ + ٠٫٤٠ أى ٢٫٤٠
وبالاستمرار يوجد أن ء منخفضة عن حـ بقدر ٠٫٨٥ وعليه فتكون مرتفعة عن ا بقدر ٢٫٤٠ – ٠٫٨٥ = ١٫٥٥ وهكذا
والحقيقة ان ذلك يرجع لجمع الفروقات الموجبة ثم جمع الفروقات السالبة وطرح هذا الأخير من الأول فإذا كان الباقي موجبا تكون النقطة الأخيرة أعلى من النقطة الأولى ومن المثال السابق يوجد

٢٫٠٠ + ٠٫٤٠ + ٣٫٢٩ + ٢٫٣٩ = ٨٫٠٨

٠٫٨٥ + ٢٫١٤ = ٢٫٩٩

الفرق = ٥٫٠٩

فتكون نقطة ع أعلى من نقطة ٢ بقدر ٥٫٠٩ كما علم ذلك سابقا ويمكن أن يقال أيضا أنه للحصول على النتيجة المطلوبة يكفى عمل المجموع الجبرى للفروقات الجزئية

٢٫٠٠ + ٠٫٤٠ − ٠٫٨٥ + ٣٫٢٩ + ٢٫٣٩ − ٢٫١٤ = ٥٫٠٩

تنبيه يحصل على كل فرق جزئى بطرح النظرة المقدمة لنقطة ما من النظرة المؤخرة المعلومة للنقطة السابقة لها حينئذ ليس من الضرورى حساب هذه الفروقات بل يكفى عمل مجموع النظرات المقدمة ومجموع النظرات المؤخرة وطرح احدهما من الآخر لأن

٣٫٢٠ − ١٫٢٠ = ٢٫٠٠
٣٫١٠ − ٢٫٧٥ = ٠٫٤٠
١٫٠٠ − ١٫٨٥ = − ٠٫٨٥
٣٫٧٤ − ٠٫٤٥ = ٣٫٢٩
٣٫٥٦ − ١٫١٧ = ٢٫٣٩
١٫١٥ − ٣٫٢٩ = − ٢٫١٤

١٥٫٨٠ − ١٠٫٧١ = ٨٫٠٨ − ٢٫٩٩
٥٫٠٩ = ٥٫٠٩

ومما علم سابقا تستنتج القاعدة الآتية

٧٣ قاعدة عملية ـ للحصول على فرق منسوبى نقطتين يكفى طرح مجموع النظرات المقدمة من مجموع النظرات المؤخرة فاذا كان الفرق موجبا يتبين من ذلك مقدار ارتفاع النقطة المتطرفة عن النقطة الاولى واذا كان الفرق سالبا فالمقدار المطلق الذى وجد يبين مقدار انحطاط النقطة النهائية عن النقطة الأولى

الميزانية الطولية [قطاع طولى]

٧٤ أخص انواع الميزانيات المركبة ـ فى انشاء الطرق والترع ولخ تعلم على الأرض جملة نقط تفرض مرتبطة بعضها ببعض بخط مستمر تارة يكون مستقيما وتارة منحنيا وهذا الخط يدل على اتجاه محور الطريق أو الترعة المراد انشائها

والميزان التى تعمل للنقط التى انتخبت بهذه الكيفية تسمى الميزانية الطولية [أو القطاع الطولى]
وتسمى ميزانية عرضية الميزانيات التى تعمل بالتعامد على الأولى

ويمكن عمل الميزانية بطريقة الثبات باستعمال جملة أوضاع مرتبط بعضها ببعض بواسطة خط منكسر مستمر

٧٥ الميزانية الطولية [القطاع الطولى] ـ لوزن الخط الدال على محور سكة حديدية أو ترعة يراد انشائها تعمل ميزانية مركبة بواسطة الموازين ذوات النظارة الكبيرة النظرات ويعمل ذلك بواسطة

مهندس متمرن فيعين مناسيب النقط الأصلية للاتجاه المطلوب وذلك ويحقق الشغل الابتدائى بعمل ميزانية مرة ثانية للنقط عينها بأن يبتدأ من النقطة الانتهائية حتى يصل للنقطة الابتدائيه

وكل نقطة من النقط التى صار تعيينها تستعمل كنقطة ثابتة أى روبير للميزانيات الجزئية التى تعمل بواسطة مهندسين آخرين وضع لاتختص

٧٦ـ الروبيرات ـ تسمى روبيرات اقراص دائرية من الزهر مثبتة على أشياء ثابتة مثل ارصفة القناطر والصخور والخ وتكون مثبتة فى المحل المكتوب عليه منسوب النقطة المفروضة

وفى الاعمال الجسيمه وخصوصا فى تخطيط سكة حديدية تسمى باسم واحد النقط الأصلية التى عملت مناسيبها كما سبق بواسطة ميزانية ابتدائية عملت باعتناء تام

٧٧ـ صور الدفتر ـ أولا ـ نعطى تراويس صحيفات الدفتر المعد لعمل الميزانية الأصلية التى ذكرناها سابقا (٧٥ـ)

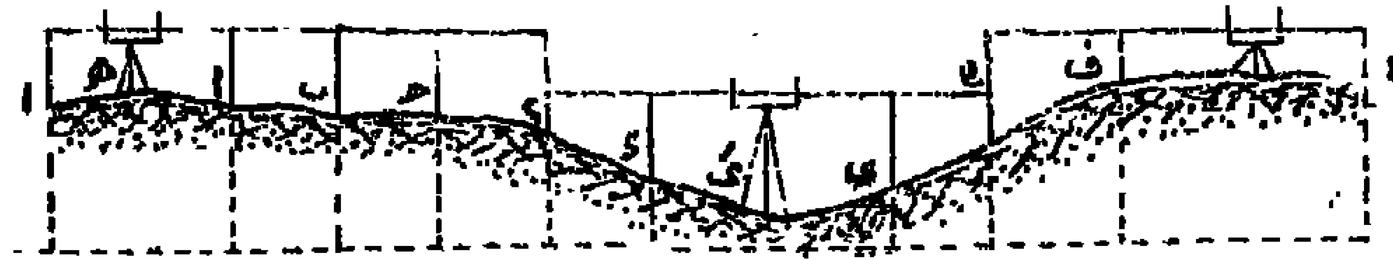
نقط مرصوده	ابعاد النقط المتتالية	الاطوال الحقيقية من النقط افقيا	نظرات محويه على القامه				فروقات		منسوب نقط الخط الكلية المفروضه	ملاحظات
			مؤخره		مقدمة					
			مقدار الزاوية على القامة	نظر متوسط	مقدار الزاوية على القامة	نظر متوسط	+ بالزائد	− بالناقص		

ثانيا ـ دفتر النقط الثابتة يلزم ان يشتمل على ايضاحات واضحة جدا لكى يتيسر للمهندسين المستجدين معرفة محل هذه النقط وهاك صورة الجدول بالصحيفة التالية

نمر الروبيرات	الخط من ابتداء الكتبخانة الخديوية مارا بدرب الجماميز فشارع الحبانية فشارع محمد على لغاية جامع جنتمكان (محمد على باشا)	منسوبات
١٤٥	روبير موضوع بجانب الكتبخانة الخديوية بدرب الجماميز واعلى نقطة منه مرتفعة عن الأرض الآن بقدر ٠٫٤٧ ر	٢٠٫٠٠٤
١٤٤	« « على الركن البحرى لحائط سبيل بشيراغا الموجود بأول شارع الحبانية واعلى نقطة منه مرتفع عن الأرض بقدر ٠٫٨٤ ر	٢١٫١٢٩
١٤٣	« « على حائط جامع نمرة ٤٣ بالحبانية التابع لقسم ثالث أوقاف ومتباعد عن محور الباب بقدر ٠٫٦٠ ر وارتفاع اعلى نقطة منه عن الأرض الآن ٠٫٦٠ ر	٢٠٫٢٤٣
١٤١	روبير موضوع على الكتف البحرى لمدخل شارع الأربعين المقابل لشارع الحبانية واعلى نقطة منه مرتفعة عن الأرض بقدر ٠٫٤٢ ر	٢٢٫٦١٢
١٤٢	روبير موضوع فى وجهة جامع قيسون نمرة ٣٥ التابع لقسم ثالث أوقاف وهو بشارع محمد على ومرتفعة عن الأرض بقدر ٠٫٨٢ ر وهو فى الجهة البحرية من الباب	٢٣٫٤٢٩
٦٩	روبير موضوع على ركن حائط منزل المعلم صالح سليم الخباز وهو بأول شارع السروجية من جهة الحلمية وأعلى نقطة منه مرتفعة عن الأرض بقدر ٠٫٧٥ ر	٢٣٫٩٦١
٧٧	روبير موضوع فى الوجهة البحرية لجامع السلطان حسن تحت المأذنة الموجودة على الواجهة وأعلى نقطة منه مرتفعة عن الارض بقدر ٠٫٣٠ ر ومنسوبه	٣٦٫٠٩١
٧٨	روبير موضوع على الحائط الأمامى لقره قول باب العزب بالقلعة ومرتفع عن التبليطة الموجودة أمامه بقدر ٠٫٥٠ ر ومنسوبه	٤٣٫٧١٧
٧٢	روبير موضوع على ركن حائط كتاب وقف السلطان الاشرف فى تلاقى شارع الحطابة بشارع المجر واعلى نقطة منه مرتفعة عن الأرض بقدر ٠٫٦٧ ر ومنسوبه	٥٧٫٤٤٨
٧٣	روبير موضوع على حائط منزل الشيخ محمد ابو عسكر بالقرب من أول شارع الدحضوره بالحطابة واعلى نقطة منه مرتفعة عن الارض بقدر ٠٫٨٥ ر ومنسوبه	٦٤٫٦١٢
٤٤	روبير موضوع بجوار باب جامع جنتمكان محمد على باشا بالقلعة واعلى نقطة منه مرتفعة عن الأرض بقدر ٠٫٧٥ ر وهو من الميزانية القديمة	١٨٢ ر ٩٦

٧٨ ـ ميزانية أخرى ـ الميزانية الطولية للطرق القليلة الاهمية تعمل بالكيفية الآتية وهى أن مهندسا واحدا يقطع الخط على امتداده مع تقدير ارتفاعات النقط التى ينشأ عنها فائدة ومن وضع واحد يعين ارتفاعات جملة نقط بقدر ما يمكن وأن يوفق الميزانية المركبة مع الميزانية البسيطة لجملة نقط ويكفى لذلك عمل المثال الآتى

شكل ٤٥



فمن الوضع هـ يؤخذ خلاف ارتفاع النقطتين الاصليتين ١ ، ٢ ارتفاع جملة نقط متوسطة ا ، ب ، حـ وكذا من الوضع ى تؤخذ نظرة خلفية على نقطة ٢ لربط هذه الميزانية الجزئية بالسابقة وتعين أيضا مناسيب د ، ى والخ

٧٩ـــ دفتر الميزانية الطولية للطرق القليلة الأهمية - النقط الأصلية اعني النقطتان المتطرفتان والنقط المتوسطة ذوات النظرتين تبين بنمرة مرتبة والنقط المحصورة بين ١ و ٢ أو بين ٢ و ٣ ... الخ تبين بالرموز ا ، ب ، حـ .....

نقط مرصودة	أبعاد النقط المتتالية	الأبعاد المرصودة من الأول	نظرات خلفية	نظرات أمامية	فروقات +	فروقات -	مناسيب	ملحوظات
١			٣,٨٠				٢٠,٠٠	منسوب معلوم
٢	١٥,٠٠	١٥,٠٠		٢,٧٠	١,١٠		٢١,١٠	
ب	٢٥,٤٣	٤٠,٤٣		٢,٣٥	٠,٣٥		٢١,٤٥	
حـ	١٢,٧٥	٥٣,١٨		٢,٩٢		٠,٥٧	٢٠,٨٨	
هـ	١٨,٣٤	٧١,٥٢	٠,٥٥	٣,٦٨		٠,٧٦	٢٠,١٢	
د	٢٠,٠٠	٩١,٥٢		٠,٩٥		٠,٤٠	١٩,٧٢	
ى	٣٢,١٥	١٢٣,٦٧		٠,٩٠	٠,٠٥		١٩,٧٧	
٣	١٨,٢٥	١٤١,٩٢	٣,٧٥	٠,٦٤	٠,٢٦		٢٠,٠٣	
ف	٤,٧٥	١٤٦,٦٧		١,٠٢	٢,٧٣		٢٢,٧٦	
٤	١٢,٢٣	١٥٨,٩٠	"	٢,٢٥		١,٢٣	٢١,٥٣	
			٨,١٠	٦,٥٧	٤,٤٩	٢,٩٦	الفرق	
			١,٥٣		١,٥٣		١,٥٣	

ونظرات النقط ١١، ١، ١، ٢، ١، ف تبين فى آن واحد النظرة المؤخرة والنظرة المقدمة والنقط الأصلية ١، ٢، ١، ٣، ٤، ١٣ تكفى لعمل الميزانية المركبة

ولتجنب كل صعوبة يستعمل ايضا أحد الاوضاع الآتية فيكتب ٠٫٧٠، ٠٫٣٠، ٣٫٢٠ الخ تحت المؤخرة وتحت المقدمة فى آن واحد ولاجل اختصار الكتابة وهيئة الجدول تكتب هذه المقادير مرة واحدة بين العمودين

وعند عمل حساب الفروقات تستعمل كل واحد من الاعداد التى مثل ٠٫٧٠، ٣ مرتين فمثلا للمرور من نقطة ١ النقطة ٢ نطرح النظرة المقدمة ٠٫٧٠، ٣ من النظرة المؤخرة ٣٫٨٠ فيكون الفرق صاعدا ويساوى ١٫١٠ ثم نطرح النظرة المقدمة ٣٫٣٥ من النظرة المؤخرة ٣٫٧٠ فيوجد ٠٫٣٥ وكذا نطرح ٢٫٩٢ من ٣٫٧٠ فيكون ٠٫٧٥ - الخ

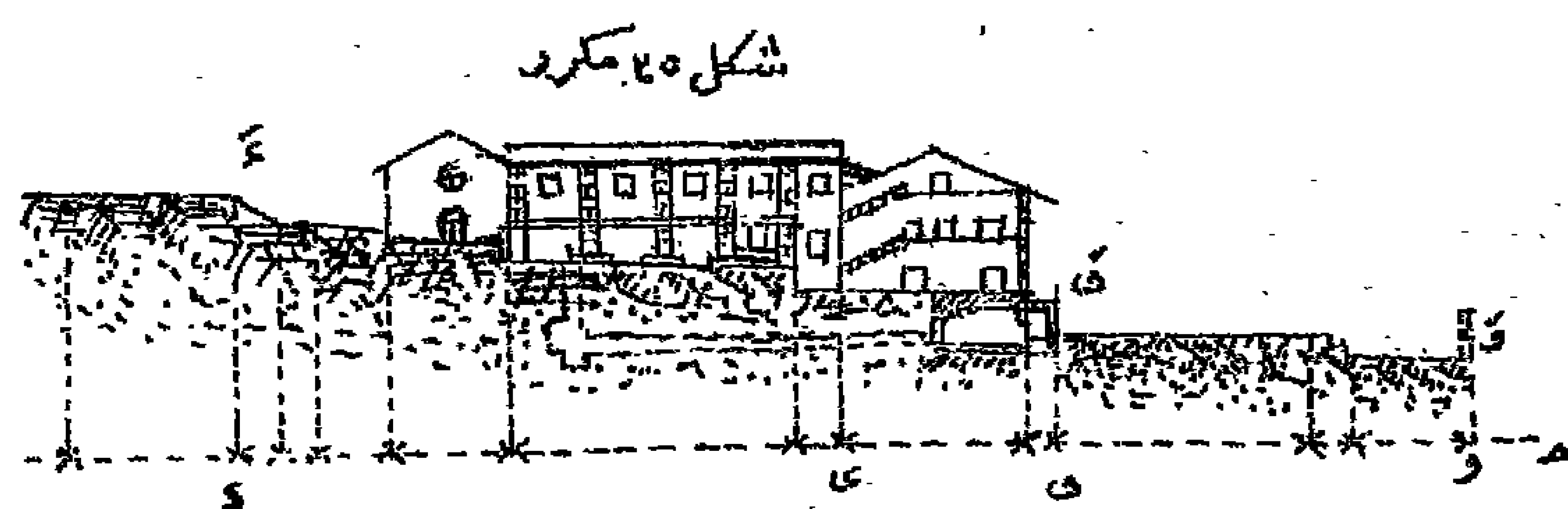
ويلزم ان يكون مقدار زيادة النظرات المؤخرة عن النظرات المقدمة مساويا لزيادة مجموع الفروقات الموجبة على مجموع الفروقات السالبة وهذا الفرق يجب ان يكون مساويا لفرق المنسوبين المتطرفين

بند ٨٠ رسم الميزانية - من المعلوم ان مقياس الرأسيات [الارتفاعات] يكون فى العادة أكبر من مقياس الابعاد [الافقيات] (شكل ٣٤)

ولرسم الميزانية الطولية يؤخذ مقياس الرأسيات مساويا عشرة امثال مقياس الافقيات

وفى الاشغال الجسيمة يستعمل المقياس ٠٫٠٠٠٥ للافقيات والمقياس ٠٫٠٠٥ للرأسيات وفى الأشغال الأخر يؤخذ المقياسان ٠٫٠٠١، ٠٫٠١

وحينما يعمل قطاع للمبانى يعتبر مقياس الافقيات ومقياس الرأسيات واحد كما فى شكل ٣٥



الميزانيات العرضية

بند ٨١ الغرض من الميزانيات العرضية - تعمل الميزانيات العرضية على حسب خطوط عمودية على الميزانية الطولية (شكل ٣٤) والغرض منها معرفة ميل الارض فى المنطقة المجاورة لمحور الطريق وذلك لكى يمكن تعيين مسطح الأرض اللازم اعتباره لانشاء الطريق الخ والنقط التى يلزم ان يبتدأ بها الشغل

ونقطة مبدأ كل ميزانية عرضية تكون من النقط المعروفة فى الميزانية الطولية أعنى نقطة من محور الطريق يكون منسوبها معلوما

وعلى حسب أهمية الطريق اللازم انشاؤه والاشغال المراد اجراؤها يلزم مد الميزانية العرضية من ١٠ الى ٢٠ متر عن يمين

عن يمين وشمال محور الطـريق

وحينما تكون الأرض سهلة العبور فكل قطاع عرضى لايحتاج لغير وضع واحـد

٨٢د وضع الميزان ـ يمكن وضع الميزان فى نقطة المبدأ التى اعتبرت فى الميزانية الطولية أو فى نقطة حيثما اتفقت مأخوذة على القطاع العرضى

ففى الحالة الأولى يقاس ارتفاع الميزان أعنى البعد الرأسى من الأرض الى الشعاع البصرى لأجل معـرفة ارتفاع نقطة الابتداء بالنسبة للافقى التى تنسب اليه نقط القطاع العرضى

وفى الحالة الثانية ـ حينما لايكون الميزان موضوعا فى نقطة الابتداء توضع القامة فى النقطة الأخـيرة ثم يعاير بهذه الصفة ارتفاع الشعاع البصرى

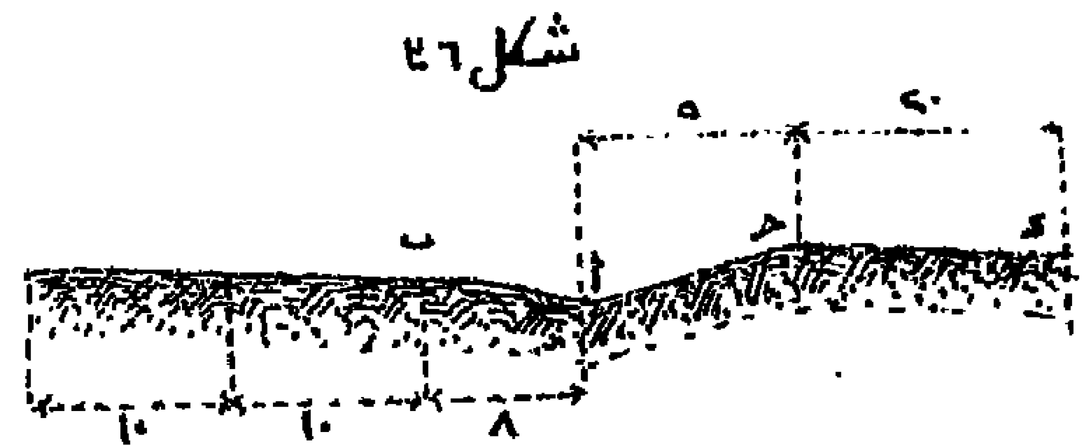
٨٣د دفتر ـ فى الغالب يعطى للدفتر وللكروكى الوضع الآتى

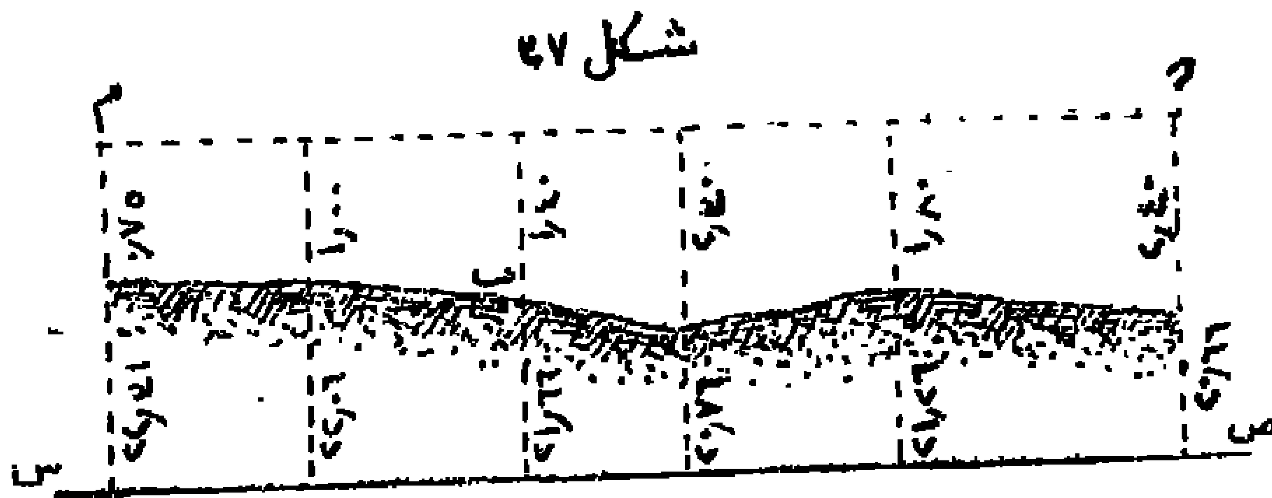
قطاع عرضى

على اليمين						رقم القطاعات	على اليسار					
ملحوظات	مناسيب	فروقات		قراءات	ابعاد		ابعاد	قراءات	فروقات		مناسيب	ملحوظات
		−	+						+	−		
	٢٠٫٧٩			٢٫٣٠		١		٢٫٣٠			٢٠٫٧٦	
					٥		٨					
	٢١٫٢٦		٠٫٥٠	١٫٨٠				١٫٤٠	٠٫٩٠		٢١٫٦٦	
					٢٠		٤٠					
	٢٠٫٦٦	٠٫٦٠		٢٫٩٠				١٫٠٠	١٫٣٠		٢٢٫٠٦	
							١٠					
								٠٫٧٥	١٫٥٥		٢٢٫٣١	
	٢٠٫٢٤			٠٫٧٥		١٦		٠٫٧٥			٢٠٫٢٤	
					١٠		١٠					
	٢٠٫٢٤	٠٫٠٠		٠٫٧٥				٠٫٧٥			٢٠٫٢٤	
	١٩٫٩٩	٠٫٢٥		١٫٠٠				١٫٠٨		٠٫٣٣	١٩٫٩١	
					٣		١٢					
	١٩٫٩٩	٠٫٢٥		١٫٠٠				١٫٠٠		٠٫٢٥	١٩٫٩٩	
	٢٠٫٢٤	٠٫٠٠		٠٫٧٥								
					٧							
	١٩٫١٩	١٫٠٥		١٫٨٠								

وفى هذا الدفتر لايكتب الا فى وجه واحد والوجه المقابل له يعمل فيه الكروكى الخاص بالميزانية

وشكل ٣٦ هو الكروكي الذي يعمل حقيقة وأما شكل ٣٧ فهو شكل نظري محض يبين ان جميع النقط عملت ميزانيتها بعملية ميزانية بسيطة (بند ٨٢) وفيه م ج هو الافقي المعطى بالميزان و س ص هو سطح البحر





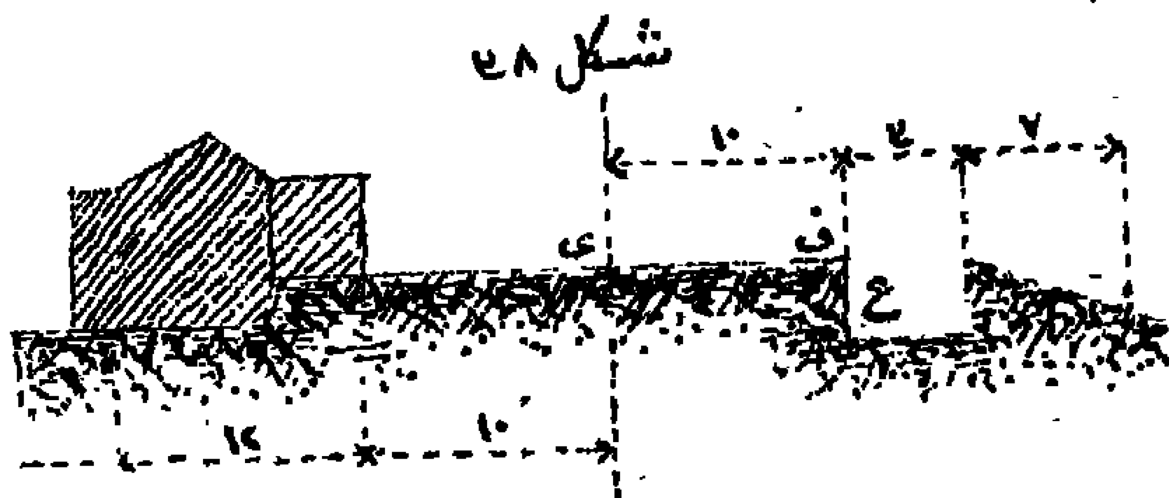
بند ٨٤ شرح الدفتر - النقطة ا هي من نقط القطاع الطولي ومنسوبها أو طوبوغرافيتها معينة وفي المثال الذي ذكر يساوي ٢٠ر٧٦

وبما أن نقطة الابتداء في جزء منحط فقد وضع الميزان في نقطة أخرى والقامة الموضوعة في ا تبين ارتفاعا قدره ٣٠ر٢ وهذا الافقي الممتد فوق نقطة ا بقدر ٣٠ر٢ يمر فوق نقطة ب بقدر ٤٠ر١ متر فتكون النقطة الثانية أعلى من النقطة الأولى والفرق الموجب ٩٠ر٠ يضاف الى ٢٠ر٧٦ فيعطي ٢١ر٦٦ لمنسوب النقطة ب والبعدان ٨ متر و ١٠ متر ليسا مضافين فحينئذ يكون منسوب نقطة حـ هو ٢١ر٢٦ وارتفاع نقطة ء أكبر من ارتفاع نقطة حـ والفرق ٦٠ر٠ يعتبر سالبا فيحصل ٢٠ر٦٦ بالنسبة لمنسوب نقطة ء

بند ٨٥ على حسب الطريقة المستعملة غالبا قد وضحنا كيفية حساب المنسوبات باستعمال الفروقات المتصاعدة والمتناقصة ولكن يمكن الاستغناء عن استعمال الفروقات كما ذكرناه في (بند ٨٢) فيكفي اضافة النظرة ٣٠ر٢ للمنسوب ٢٠ر٧٦ فيكون ٢٣ر٠٦ هو ارتفاع الافقي م ج فوق المستوى س ص ثم يطرح من هذا المقدار وهو ٢٣ر٠٦ مقدار نظرة كل نقطة صار وزنها على التوالي وبإجراء العمل هكذا يوجد

شمال:
٢٣ر٠٦ - ١ر٤٠ = ٢١ر٦٦
٢٣ر٠٦ - ١ر٠٠ = ٢٢ر٠٦
٢٣ر٠٦ - ٠ر٧٥ = ٢٢ر٣١

يمين:
٢٣ر٠٦ - ١ر٨٠ = ٢١ر٢٦
٢٣ر٠٦ - ٢ر٤٠ = ٢٠ر٦٦



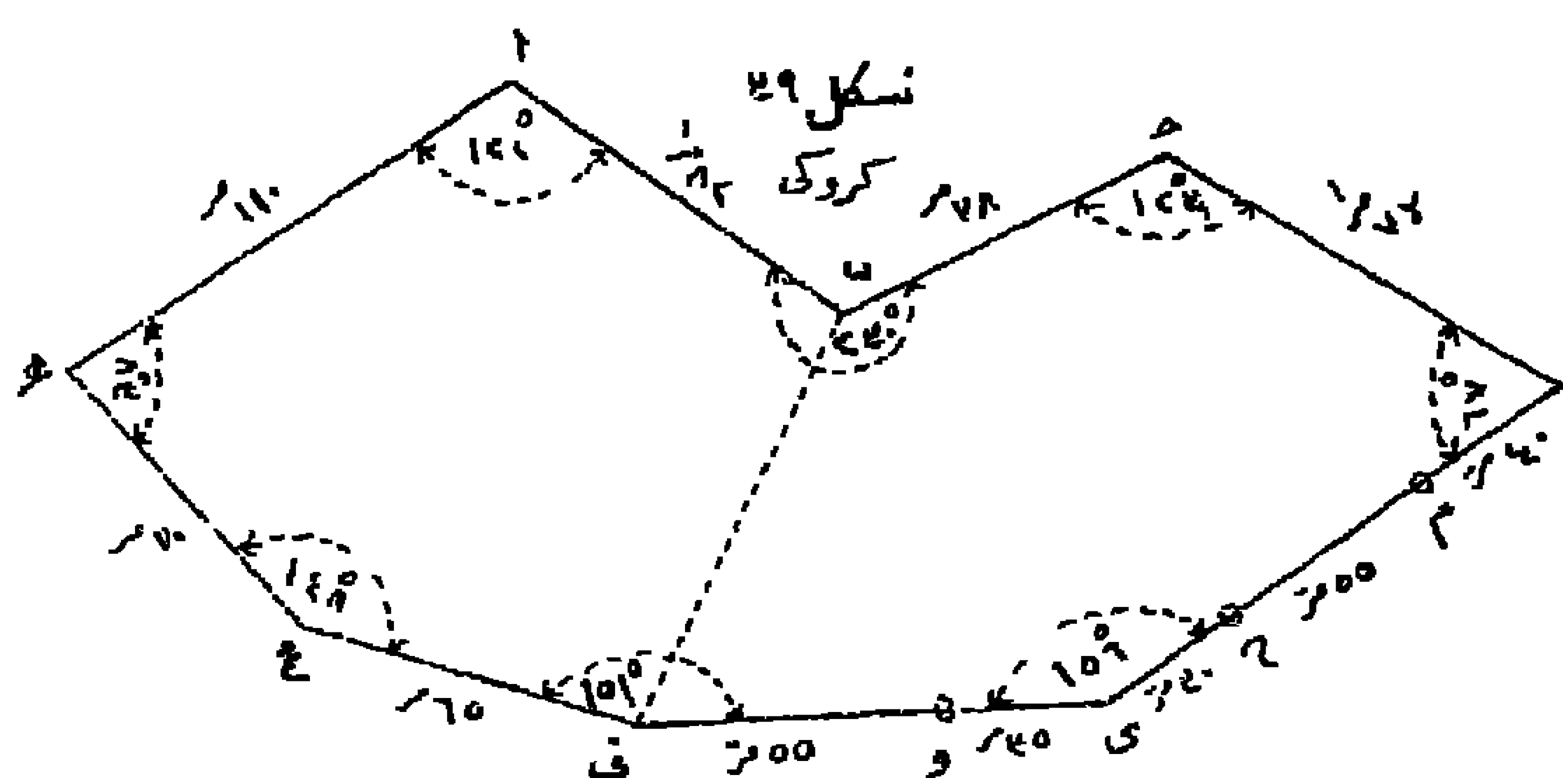
بند ٨٦ مثال آخر لعمل القطاع - المثال الثاني شكل ٣٨ يعطي منسوبات ٧٥ر٠ ، ٠٠ر١ للبعد ى ف فيعلم عليها معا بقوس كبير ويكون ٢٤ر٠٥ هو احداثي نقطة ف و ١٩ر٩٩ هو احداثي نقطة ع

بند ٨٧ صورة دفتر - في الأراضي التي لا يمكن عبورها - تحتاج القطاعات العرضية لعمل ميزانية مركبة

وصورة

وصورة الدفتر تكون مركبة اكثر من صورة الدفتر السابق (شكل ٨٣) ويكفى بيان صورته بالنسبة لاحدى الجهتين

الجهة الشمالية							منسوبات على المحور
نقط مرصودة	ابعاد النقط المتتالية	ابعاد مجموعة من ابتداء النقطة الاصلية	نظرات		فروقات		المنسوب المحسوب للنقط
			مؤخرة	مقدمة	+	−	



١٠٥ وزن شكل طبوغرافى — يمكن ان يطلب معرفة منسوب كل راس من رؤوس مضلع طبوغرافى رفع بطريقة اللف او معرفة الفرق بين ارتفاعى نقطتين مثل ب، ف حينما لا تكون الارض ممكنة العبور ففى هاتين الحالتين يلزم عمل ميزانية مركبة ويستعمل جدول مشابه للجدول الآتى

رؤوس الضلع	زوايا	ابعاد م	نظرات		فروقات		منسوبات	ملحوظات
			مؤخرة	مقدمة	+	−		
ا	١٢٢°	٨٢	٣٫٢٥				٥٠٫٠٠	
ب	٢٣٠°	٧٨	٣٫٧٥	١٫٤٥	١٫٨٠		٥١٫٨٠	
ح	١٢٣°	٧٧	٣٫١٨	٢٫١٢	١٫٦٣		٥٣٫٤٣	
ء	٦٧°	٤٠	٣٫٦٧	٠٫٤٥	٢٫٧٣		٥٦٫١٦	
م	»	٥٥	٢٫٩٥	٠٫٢٢	٣٫٤٥		٥٩٫٦٢	
ح	»	٣٠	٣٫٤٨	٣٫١٠		٠٫١٥	٥٩٫٤٦	
ى	١٥٦°	٣٥	١٫١٥	٠٫٣٧	٣٫١١		٦٢٫٥٧	
و	»	٥٥	٠٫٤٣	٣٫٨٥		٢٫٧٠	٥٩٫٨٧	
ف	١٥١°	٦٥	٠٫١٧	٢٫٧٢		٢٫٢٩	٥٧٫٥٨	
ع	١٤٨°	٧٠	١٫١٨	٣٫٤٥		٣٫٢٨	٥٤٫٣٠	
هـ	٨٣°	١١٠	١٫٣٧	٣٫٩٠		٢٫٧٢	٥١٫٥٨	
ا	١٢٢°		»	٢٫٩٥		١٫٥٨	٥٠٫٠٠	
			٢٤٫٥٨	٢٤٫٨٥	١٢٫٧٢	١٢٫٧٢		
			صفر		صفر			

س٨٩ـ شكل الميزانية المقفول - بعد وزن النقط ا، ب، حـ، د، ... يلزم ان يحصل على المنسوب الابتدائى حينما نرجع لنقطة ا أعنى ان يكون الفرق بين النظارات المقدمة والمؤخرة معدوما وبالسبب عينه يلزم ان يكون الفرق بين الفروقات الموجبة والفروقات السالبة معدوماً وحينما يكون ذلك متحققا يقال أن الشكل الموزون ينقفل

ويتضح من عمود المنسوبات أن نقطة ا مرتفعة عن نقطة ى بقدر ١٢,٥٧ متر

س٩٠ـ تحقيق الميزانية - الميزانية التامة لشكل طبوغرافى مقفول تحقق من نفسها مباشرة حينما يحقق منسوب نقطة الابتداء وفى هذه الحالة يمكن الاعتماد على منسوبات النقط المتوسطة لأن الخطأ الذى يحصل ولو فى نقطة واحدة يتسبب عنه خطأ فى كل النقط التالية ولا يمكن الحصول على منسوب نقطة الابتداء الا فى الحالة المحتمل وقوعها بالضبط وهى أن تعمل نفس الخطاآت السابقة فى الجهة المضادة بشرط أن تكون مقاديرها واحدة

ولتحقيق ميزانية غير مقفولة ولتكن ميزانية الخط المنكسر ب حـ د ى ف المنتهى فى النقطتين ب، ف يوزن الخط ب ف اذا كان ممكنا أو يوزن خط منكسر آخر ب هـ ف يوصل لنقطة المبدأ

وفى أغلب الأحيان تعاد الميزانية بالرجوع على نفس الخط ف ى د حـ ب وهذه الطرق المختلفة توصل لعمل ميزانية شكل ينقفل من طبيعته

س٩١ـ خطأ الميزانية - بواسطة ميزان الماء يخطأ المهندس الماهر فى ارتفاع يتغير من ١٥ الى ٢٠ مليمتر فى الكيلومتر ويوزع الخطأ على النقط الموزونة

وباستعمال الموازين ذوات النظارة والقامات الناطقة يتيسر للمهندسين المصريين جيدا أن يحصلوا على ضبط فائق الحد

س٩٢ـ الميزانية المركبة بطريقة الثبات للحصول بغاية السرعة على منسوب جملة نقط مختلفة لقطعة أرض يراد معرفة شكلها يستعمل طريقة عمل الميزانية المركبة بواسطة الثبات فتستعمل كل رأس من رؤوس الشكل السابق وزنها كنقطة وضع لميزانية بسيطة بطريقة الثبات (س٦٥) أعنى أنه من النقطة التى منسوبها ٥,٢٢ يمكن معرفة المناسيب ٧,٦٢، ٩,٧٨، ٦,٥٤ الخ

ومن الرأس ١٢,٢ تحصل المناسيب ١١,٢، ٩,٧٥، الخ

والتحقيق يعمل منسوب نقطة حينما اتفقت من رأسين مختلفين كالرأسين ٥,٢٢، ١٠,٥٤ فيلزم الحصول على نتيجة واحدة ٧,٦٢

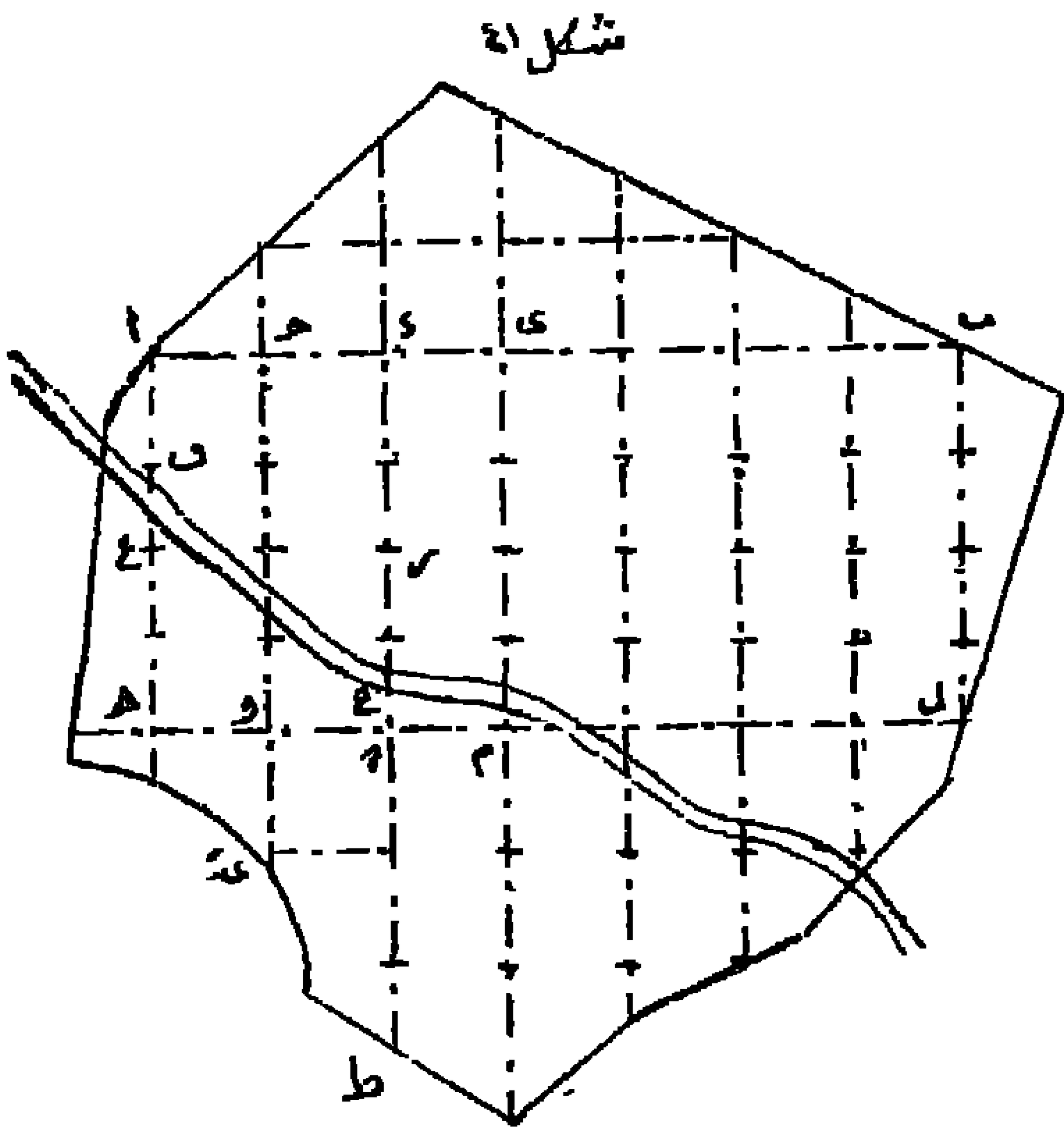
شكل ٤

س٩٣ـ الخريطة المرقومة - حينما يكتب على خريطة قطعة أرض رفعت بأى طريقة وحولت الى المقياس مقادير ارتفاعات النقط الأصلية فالرسم المبين بهذه الكيفية يسمى خريطة مرقومة وتكون النقط مبينة عليه بمسقطها الافقى وبمنسوبها

والميزانية

والميزانية بطريقة النشابات تستعمل كثيرا حينما يراد بيان قطعة ارض بواسطة خريطة مرقومة

٩٤ـ الميزانية بطريقة المربعات ـ ان الاحتياج لصرف مياه الغيطان أوصل المهندسون لعمل ميزانية جملة خطوط مستقيمة متوازية ومتباعدة بعضها عن بعض بمقدار واحد وأن تؤخذ على كل منها أبعاد ثابتة بحيث تصير القطعة الارض كأنها منقسمة الى مربعات



فننتخب قاعدة للشغل وتوزن بالاعتناء التام ثم تعين مناسيب النقط المتساوية الابعاد ١١ ١٢ ١٣ الخ التي بعد كل منها عن التي بعدها يساوي ٢٠ مترا مثلا

وبمساعدة مثلث المساح تقام الاعمدة ١هـ ١حـ ى والخ التي يصير وزنها بأخذ نقط متباعدة بعضها عن بعض بقدر ٢٠ متر أيضا وهذه الخطوط الممتدة تكون طويلة أو قصيرة على حسب محيط قطعة الارض ولاجل التحقيق يوزن الخط ل هـ فيلزم ان تكون المناسيب التي يصير ايجادها مساوية للمقادير التي أعطيت للنقط هـ ١و ١م ١م حينما كان السير على اتجاهات ١هـ ١حـ ى الخ

٩٥ـ فائدة المربعات ـ عملية الصرف تحتاج لمعرفة الانحدارات الاصلية للقطعة الارض المراد صرف مياهها ولكن ذلك لا يحتاج لعمل ميزانية دقيقة فبواسطة الخطوط المستقيمة المتوازية المرتبطة بقاعدة واحدة تعمل الميزانية بغاية السرعة وبتقريب كاف

وبهذه العملية يعمل رسم قطعة الأرض لأنه حينما يقاس البعد ٢٠ متر للجزء س م فمن السهل تعيين وضع نقطة ح الموجودة على قناة أو خليج أو طريق مار في الأرض المذكورة ثم ان رسم المسقط الافقي ورسم المنحنيات التي صار وزنها لا يحتاج الا الى زمن يسير

ميزانية الأراضي المغطاة بالمياه (الجس)

٩٦ـ ميزانية الاراضي المغطاة بالمياه لا يمكن اجراؤها بالطرق السابقة وسنتكلم بالترتيب على عمل قطاع مجرى نهر وبعدها نتكلم على معرفة حالة قاع مستنقع

٩٧ـ مستوى المقارنة ـ يعتبر مستوى المقارنة سطح المياه التي تغطي سطح الأرض المراد عمل مناسيبها ومع كل لو أريد نسبة الارتفاعات للسطح المتوسط لمياه البحار فيكفي تعيين علو أوطوة سطح المياه عن سطح البحر ومنسوب كل نقطة يقاس مباشرة بواسطة عملية الجس

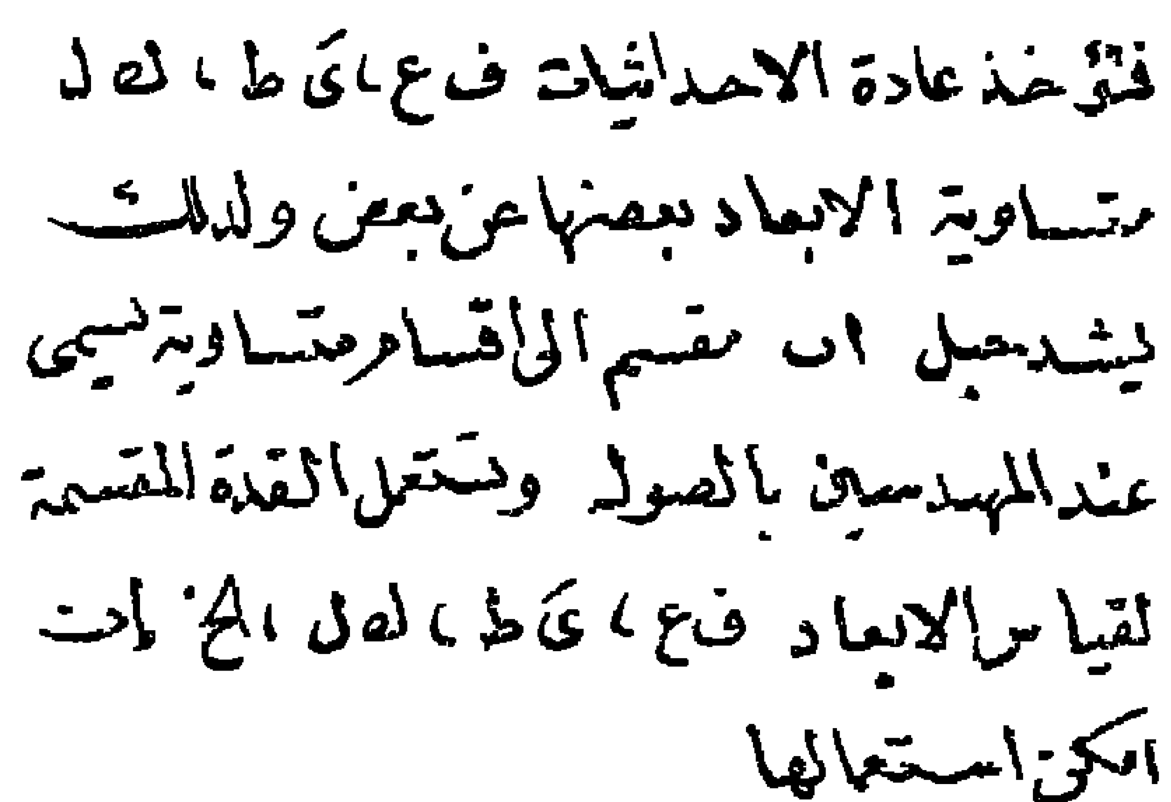
٩٨ـ الجس ـ الجس عبارة عن خيط رصاص وهو يتركب من حبل معلق فيه جسم اسطواني الشكل أو مخروط ناقص يتغير ثقله تبعا للعمق المراد قياسه وسرعة مياهه فيترك الجسم لتأثير الثقل وذلك باعطاء الحرية للحبل لكي يتحرك بين الاصابع ببطء الى أن ينعدم الشد ففي هذا الوقت يكون الثقل ملامسا للأرض فيسحب الحبل بلطف لشده

ثم تعلم منه النقطة الظاهرة فوق سطح الماء وحينئذ يخرج الحبل ويقاس البعد الذى كان مغمورا فى الماء وفى بعض الاحيان يكون الحبل مقسما الى ديسيمترات

وحينما يكون الماء قليل الارتفاع يعوض المجس بقدة مقسمة الى ديسيمترات وسنتيمترات اذ أن ذلك يكون أفيد

١٩٩ قطاع عرضى لمجرى مياه - لمعرفة حالة نهر ما وتصرفه فى المساحة وشكل قاعه (مجراه) يلزم عمل قطاعات عرضية مشابهة للمرائيات العرضية التى تكلمنا عنها سابقا

ليكن م ل د القطاع العرضى لمجرى مياه ، ام د خط التوازن

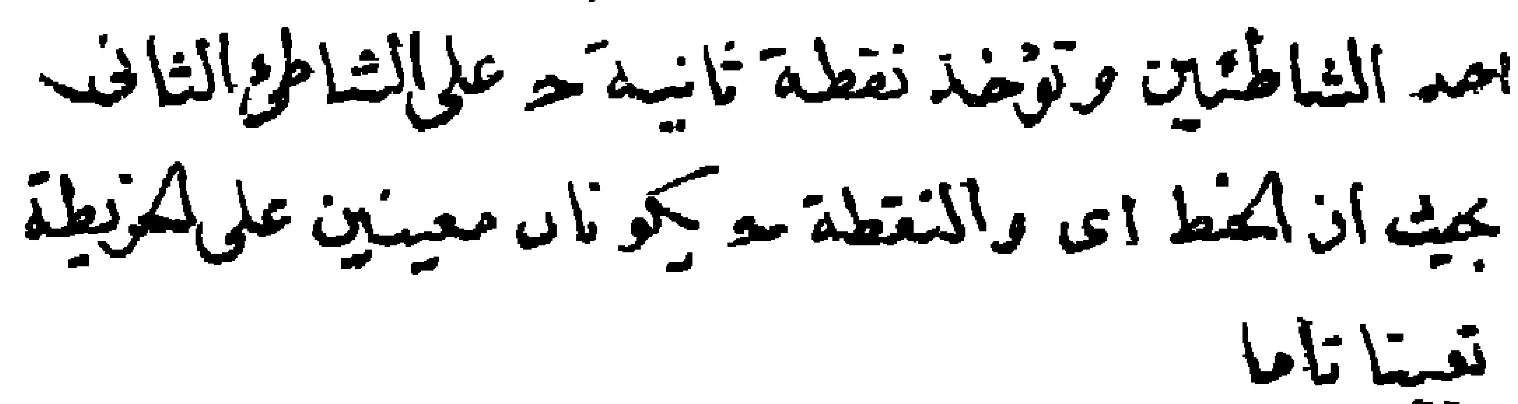


فتؤخذ عادة الاحداثيات ف ع ، ى ط ، ك ل متساوية الابعاد بعضها عن بعض ولذلك يشد حبل ا د مقسم الى اقسام متساوية تسمى عند المهندسين بالصولة وتستعمل القدة المقسمة لقياس الابعاد ف ع ، ى ط ، ك ل الخ اذا امكن استعمالها

وفى الحالة العكسية يستعمل المجس بمساعدة قارب صغير يسير على حسب اتجاه ا د

وبالنسبة لمجارى المياه المتسعة التى لا يمكن مد احبال على عرضها فيجب ان يجعل القارب فى الاتجاه المعلوم اد للقطاع المراد معرفته وذلك بواسطة مهندس مساعد يكون واقفا على الشاطئ ولكن يصعب مد احداثيات متساوية البعد عن مركز الماء واكذا كما فى حالة مستنقع مثلا ويصعب ايضا قياس الابعاد الافقية وفى الحالة المذكورة يلزم اتباع طريقة التوجيه لتعيين وضع النقطة التى عمل المجس فيها على خريطة القطعة الأرض

٢٠٠ استعمال التوجيه لتعيين بعض النقط - ليكن اد الاتجاه الذى يتبعه القارب فيرسم مستقيم اى على احد الشاطئين وتؤخذ نقطة ثانية د على الشاطئ الثانى بحيث أن الخط اى والنقطة د يكونان معينين على الخريطة تعيينا تاما

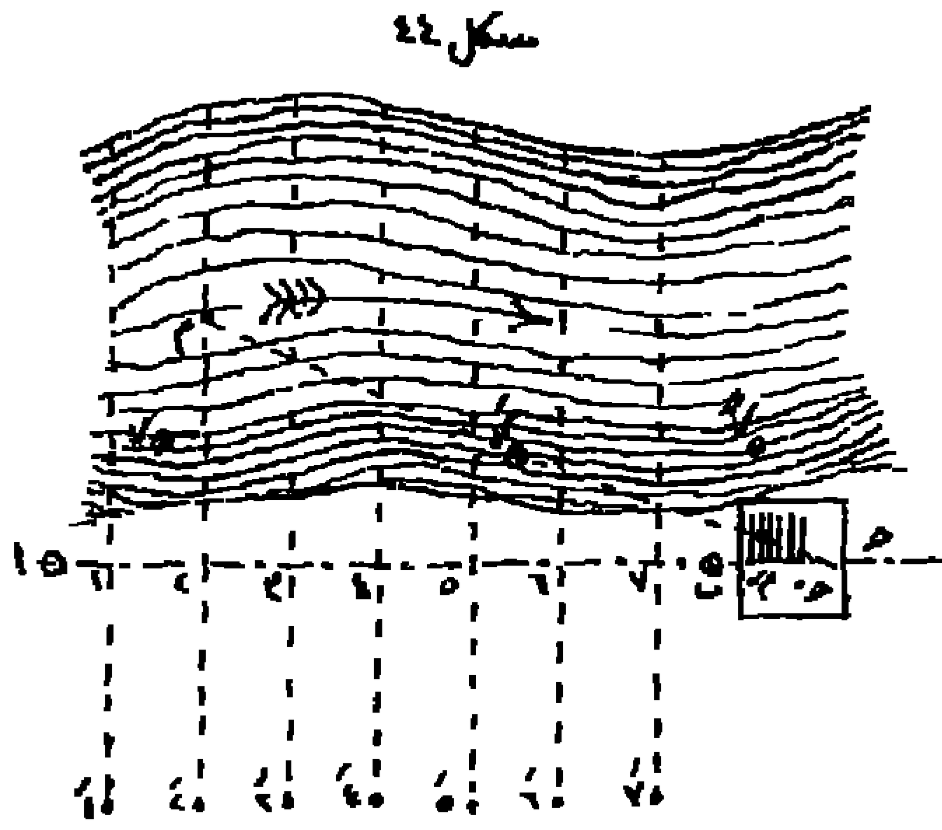


وحينما يعمل المجس فى نقطة و مثلا فالراصد الواقف فى نقطة د ينظر فى الاتجاه د و ف ويأمر مساعده ان يمشى على اى الى ان يصل لنقطة ف فى اتجاه الشعاع البصرى وحينئذ يكفى قياس البعد ا ف ونقله على المسقط الافقى الذى رسم عليه الشكل المبين لاوضاع ا د ، د ، اى

فاذا خيف ان نقطة و لا تكون موجودة بالضبط على اد فيؤخذ وضع آخر ه وينظر فى الأتجاه ه و ل

عمل ميزانية مرقد نهر

ـ لعمل ميزانية مرقد نهر يبتدأ بغرس وتد أو جملة أوتاد في النهر على بعد معين من شاطئ النهر (شكل٤٤) ولتكن ر، ر، ر، ر ثم تعين مناسيب رؤوسها بالدقة وبقياس انحطاط الماء عن رأس الخوازيق وطرحه من المناسيب السابقة يعلم منسوب سطح الماء في كل نقطة من النقط ر، ر، ر، ر وبطرح أعماق المياه التي تقاس بواسطة قدة مقسمة أو جنزير مربوط في طرفه ثقل من هذا المنسوب [منسوب سطح المياه] تعلم مناسيب القاع في نقط مختلفة هذا ان لم يكن للنهر مقياس يعلم منه منسوب سطح مياهه في كل لحظة



ويبين في الدفتر ان سطح الماء يدل على مستوى المقارنة وانحطاط هذا السطح عن رأس الوتد مأخوذا بإشارة ناقص يدل على إرتفاع القامة المأخوذة على المنسوب المعلوم وارتفاعات الجس المختلفة هي ارتفاعات القامة الموضوعة في النقط المرغوب معرفة منسوبها ودفتر الميزانية بطريقة الثبات يصلح أيضا لقيد هذه العمليات

تعيين وضع النقط بواسطة القطاعات

لتعيين وضع نقط الجس بواسطة القطاعات ترسم القطاعات المذكورة بالتعامد على مستقيم اب شكل ٤٤ من خطوط الميزانية الاجمالية يكون موضوعا على حافة شاطئ النهر بحيث تمر بنقط يمكن قياس ابعادها عن نقطة معينة ٢ وهذه القطاعات يصير تعيين كل منها بواسطة شاخصين أ-١، ٢-٢، ٣-٣ ... موجودتين على الشاطئ الموجود به العمال

فإذا كان النهر ضيقا يشد في اتجاه كل منها جنزير أو حبل مقسم بعقد مبتدأ من الشواخص الموضوعة على اب ثم يعمل الجس أمام هذه العقد أو المقاسيم التي تعين ابعاد النقط الواقع فيها الجس عن الخط اب وبذلك يسهل رسم النقط المطابقة لها بسهولة على الخريطة

وإذا كان استعمال الحبل مستحيلا وذلك بالنسبة لعرض النهر فتوضع بلنشيطة في الوضع حـ على امتداد اب أو في نقطة حيثما اتفقت بحيث يمكن انحرافها فيها انحرافا موافقا لوضع الأرض وترسم عليها القطاعات اللازمة وفي وقت ما تكون العمال الموجودة في الفلوكة جارية عملية الجس في قطاع من القطاعات المعينة بتوجيهم في اتجاه الشاخصين المعينين للقطاع المذكور تعمل اشارة بواسطتهم للمهندس الواقف على البلنشيطة لكي يرصد الجس ويعين وضعه بتقاطع الشعاع البصري مع الخط الدال على القطاع ويجري ذلك بحيث ان لا تتقاطع الأشعة البصرية مع خطوط القطاعات على زوايا حادة جدا

ويجب ان يلاحظ ايضا أن التيار يمنع في الغالب العمال المكلفين بعمل الجس من الوقوف زمنا ما في اتجاه القطاع وحينئذ يلزم على قدر الامكان اجراء العملية بالسرعة وهذا لا يمنع ان يكون لهذا الخطأ تأثير عظيم على وضع النقط

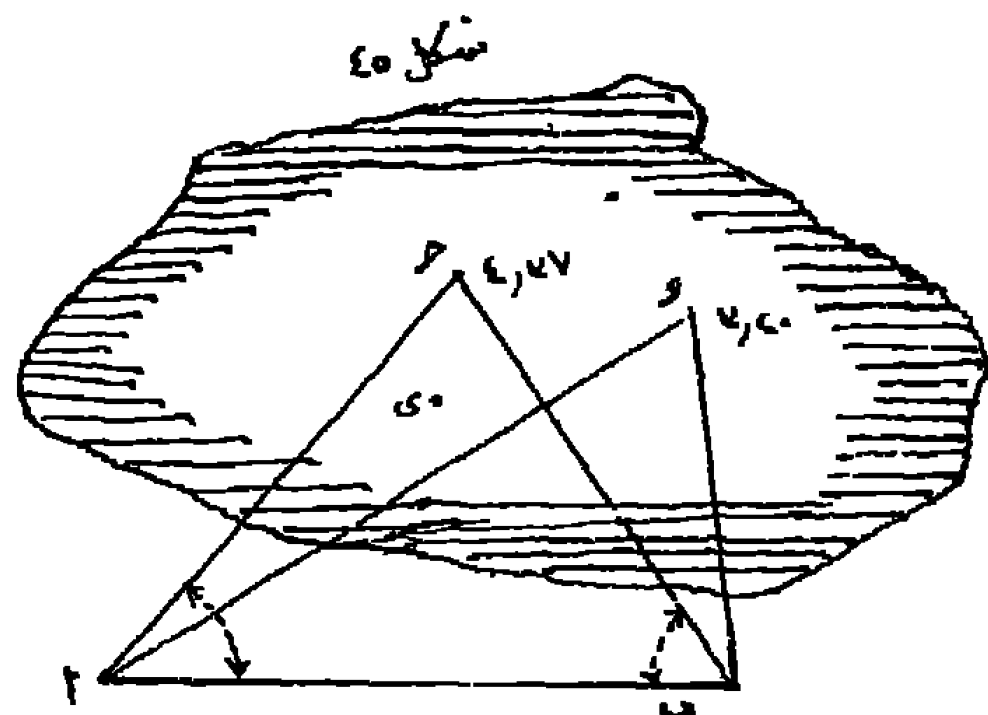
ويمكن ان نستعوض البلانشيطة بالبوصلة لتعيين أوضاع هذه النقط ولكن ذلك لا يحدث ضبطا بقدر السابق لأن الخطوط التي تتقاطع مع خطوط القطاعات تكون على العموم طويلة على الخريطة

الجس على شواطئ البحار

حينما يراد اجراء عملية الجس على شواطئ البحار تجرى العملية بطريقة مغايرة للسابقة وبما أن أعماق المياه عظيمة جدا يستعمل لعملية الجس حبل طويل معلق فيه رصاص الجس وحيث كان سطح البحر متغيرا في كل لحظة فتستعمل الطريقة الآتية لنسبة مقادير الجس لسطح مقارنة واحد افقي فيضع على بعد من الشاطئ مقياس يسمى بالمقياس البحري يكون موضبا بغاية الدقة والمتانة ثم يرصد عليه ارتفاع مياه البحر في ساعات معينة بواسطة نظارة وتبين الساعات التي تعمل فيها عملية الجس المختلفة وحينئذ بواسطة عملية بسيطة يمكن نسبة تلك الارتفاعات لسطح واحد افقي ويعتبر هذا السطح أوطى مياه البحار

وفي حالة المياه الراكدة تستعمل لأجل السرعة الطريقة الآتية

شكل وزن مستنقع ـ لتعيين منسوب عدد عظيم من النقط وامكان وضع النواتج على خريطة السطح المراد معرفة حالته تؤخذ قاعدة يمكن الوصول اليها اب وفي كل من الطرفين يوجد راصد ومعه جراهومتر توجه عضادته الثابتة على اتجاه القاعدة ثم تم العمال في المستنقع بواسطة



قارب وعند وجودهم في نقطة حـ ينزلون الجس فيها ويرفعون فوقها اشارة كبيرق مثلا

فالراصدان الواقفان على الشاطئ يقيسان الزاويتين اب حـ ، ب ا حـ بالسرعة ويجرى العمل بهذه الكيفية بالنسبة لجميع النقط المراد معرفة منسوبها

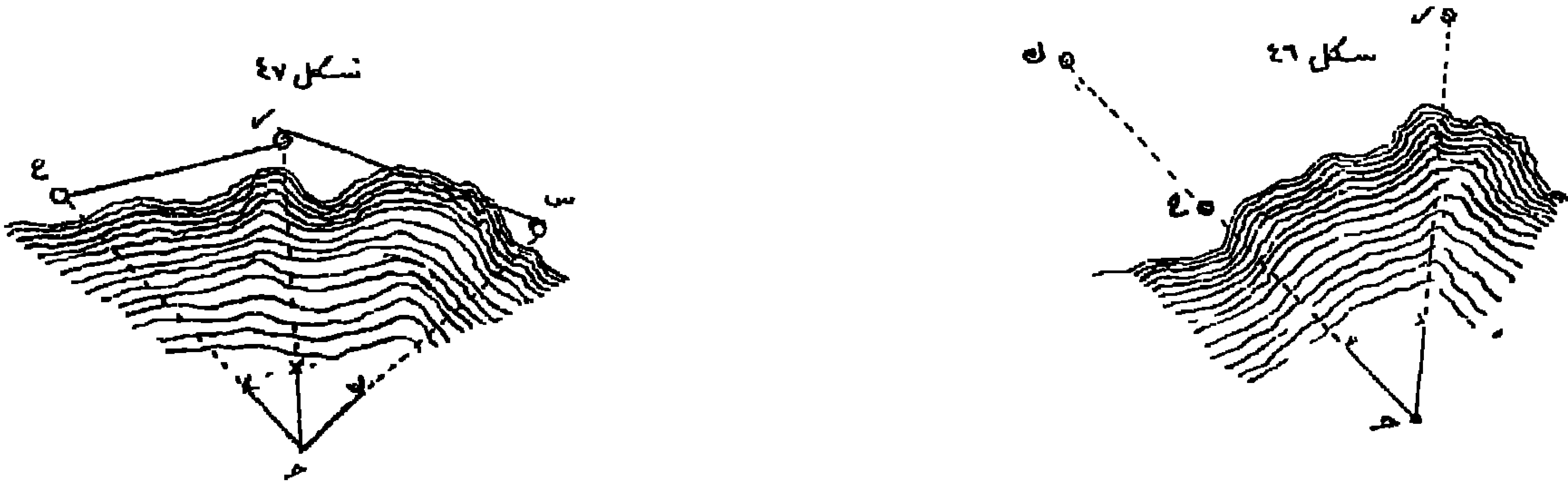
وبالمقادير التي قيست يمكن ان ترسم على الخريطة النقط التي عملت فيها مناسيبها لأنه يكفي رسم مثلثات مشابهة للمثلثات ا ب حـ ، ا و ب والخ المعلوم في كل منها ضلع ومجاورتاه من الزوايا

شكل ٣ حبس البرك ـ بالنسبة للمستنقعات العظيمة الاتساع والبرك لا يكفي استعمال قاعدة واحدة فحينئذ يستعمل شكل طبوغرافيا يمكن أخذ كل ضلع منه قاعدة

كيفية رسم نقط الجس في البحار على الخريطة بواسطة التقاطع

شكل ٤ لرسم نقط الجس على الخريطة يجرى العمل هكذا تعين من قبل الاوضاع المتعلقة بالنقط الأصلية الموجودة على الشاطئ مثل المآذن والابراج والسناقورات والمداخن والاشجار المنعزلة والنخيل والفنارات وجملونات المنازل

المنازل وغير ذلك من الأشياء الممكن مشاهدتها من البحر وحينئذ يتباعد الراصد بالقارب بحيث يكون متجها على اتجاه شيئين من هذه الأشياء ح ، ك مثلاً شكل ٤٦ ، ٤٧



ولتعيين وضع نقطة ه وقت عملية الجس فالمهندس الموجود في القارب يقيس بواسطة السكستان الزاوية ح ه س المكونة من الاتجاه الموجود عليه الراصد ومن اتجاه آخر مار بشيء معلوم وضعه مثل س فعند ذلك تتعين نقطة ه بالتقاطع على الخريطة

تعيين نقطة ه بقياس زاويتين

حيث ان وقوف القارب في الاتجاه ح ك يكون صعبا بل قد يكون مستحيلا فيلزم أن يوجد في نقطة ه راصدان يقيسان الزاويتين الموترتين بالخطين ح ر ، ر س بواسطة السكستان شكل ٤٧ وحينئذ تقدر نقطة ه معينة بواسطة الزاويتين المذكورتين بأن يرسم على المستقيمين ر س ، ر ح قطعتا دائرتين قابلتين لرسم زاويتين مساويتين للزاويتين اللتين قيستا

شبكات الميزانية

مثلا لبيان قطعة أرض بيانا هندسيا يلزم تعيين مناسيب عدد عظيم من نقط سطحها وهذه النقط اما ان تكون معينة من قبل على الخريطة واما تعين أوضاعها عند وزنها واما ان تعين عند رسم القطاعات الافقية وسنشتغل بهذه الأحوال المختلفة التي يمكن وقوعها في الميزانية

شبكات الميزانية - مهما كان الغرض المقصود من عمل الميزانية يبتدأ بعمل شبكة ميزانية تشبه الشبكات التي تعمل عند رفع المسطحات اعني ان تقسم العملية الى ميزانيات اجمالية وميزانيات تفصيلية وفي ذلك فائدتان أولا تقليل الزمن وثانيا الحصول على درجة ضبط تكون موافقة لدرجة الضبط التي يتوصل اليها عند رسم المسطح

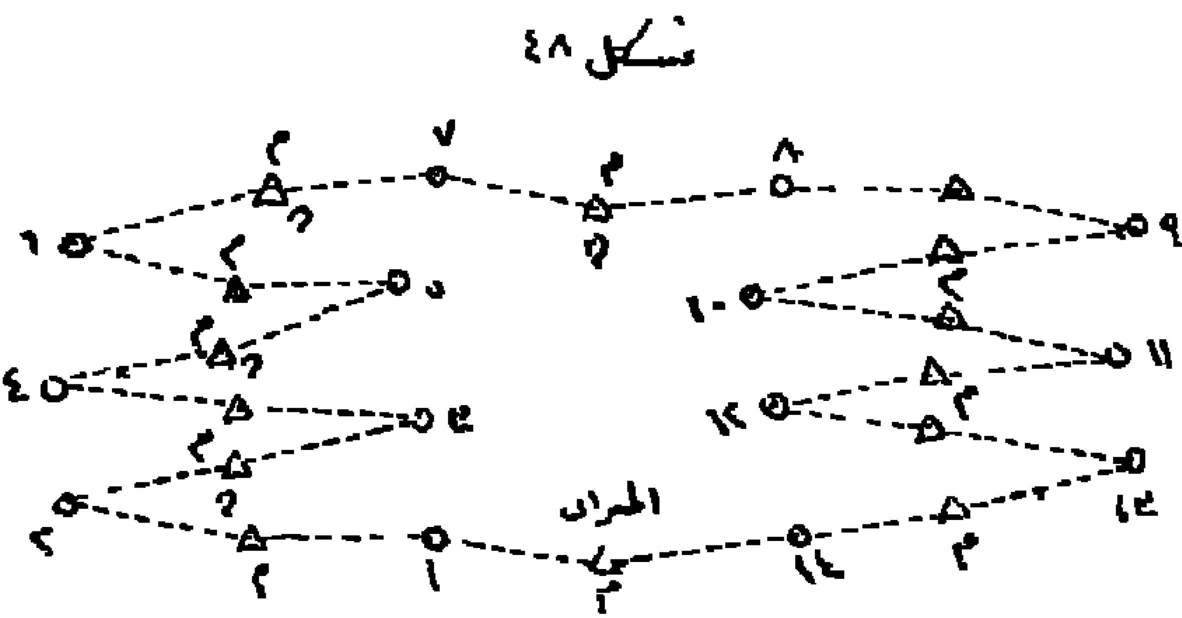
وهذه الشبكات تعين فيها مناسيب جملة نقط تكون ثابتة على قدر الامكان كحدودة ادام أو اعتاب ابواب أو أحرف مبانى والخ وعند الاحتياج لنقط أخرى يكتفى بغرس خوابير في الأرض تكون رأسها ظاهرة

وموضوع بجانبها علامة للدلالة عليها وفى الاراضى المشتملة على التورب يلزم غرس الخوابير من قبل لأن تأثير الارض عليها برفعها بعد مضى زمن من دقها ومع ذلك فينتخب من هذه الاوتاد التى استعملت فى رسم المسطح الخرص من النقط الثوابت - نقط شبكات الميزانية او النقط الثوابت تسهل عملية الميزانية التفصيلية التى تعمل بطريقة الثبات كما علمنا ذلك سابقا فيلزم حينئذ ان تكون منتشرة على سطح الارض المراد عمل ميزانيتها وأن تكون كثيرة العدد لاجل ان يوجد فى معظم الاوضاع التى تعمل فيها الميزانية بطريقة الثبات ان لم يكن فى جميعها نقطة من هذه النقط يمكن وزنها لتعيين منسوب مستوى الميزان

توضيب شبكات الميزانية - توزن شبكة الميزانية بواسطة اللف وترتب الاعمال فى اشكال كثيرة الاضلاع مرتبط بعضها بالبعض الآخر بحيث يكون عدد اضلاعها متغيرا من ١٠ الى ٢٠ ضلع على الأكثر لأجل ان يكون خطأ القفل المسموح لا يزيد عن بعض ملليمترات اذ بدون ذلك يحدث خطأ جسيم وهذه الاشكال الكثيرة الاضلاع يمكن تقسيمها بخطوط عرضية وتحقق أيضا بالقفل ومع ذلك فيعتنى دائما بوضع الميزان على بعدين متساويين من النقطتين المراد وزنها

السير على خط منكسر فى الاراضى ذوات الميل - فى الأراضى ذوات الميل توضع النقط بكيفية موافقة للسير على خط منكسر شكل ٤٨

فيوضع الميزان فى الاوضاع المتتالية م١ ، م٢ ، م٣ ، ... على خط من خطوط الميل الاعظم بحيث تكون النقط متباعدة عن الاوضاع بقدر دماية متر عن يمين وشمال الاوضاع وبأن يكون وضع الميزان فى مجارى السيل فبهذه الواسطة يقلل الزمن كثيرا باستعمال قامتين فى آن واحد لأن القامة الموضوعة فى نقطة ١ تنقل مباشرة فى نقطة ٣ ثم فى نقطة ٥ والخ والقامة الموضوعة فى نقطة ٢ تنقل فى ٤ ثم فى ٦ وهكذا ويكون ذلك فيه فائدة وخصوصا باستعمال القامة ذات الناطقة لأن فى هذه الحالة لا يشتغل المهندس بتحقيق القراءة التى يقرأها حامل القامة وذلك فى حالة استعمال القامة ذات المرآة



وفى هذه الحالة يتركب كثير الاضلاع من شكلين كثيرى الاضلاع متماثلين يكون احدهما صاعدا والثانى هابطا ومجتمعين من اسفل ومن اعلاه بأضلاع مثل ٧ - ٨ طول كل منها ٢٠.. متر تقريبا

القطاعات الافقية

س٦١٠ - يسمى منحنى افقى كل منحنى تكون ارتفاعات جميع نقطه متساوية عن مستوى المقارنة مثال ذلك الخط

الخط الذى تعلمه مياه بحيرة ما على المحيط المحصورة فيه

والطرق التى ذكرناها سابقا تستعمل لتوضيح هيئة قطعة أرض فى بعض أحوال خصوصية لكن حينما يراد معرفة هيئة قطعة أرض عظيمة الامتداد كثيرة الارتفاعات فهذه الطرق لا تكفى لهذا القصد لأنه يلزم ان يكتب على الخريطة جملة مناسيب للحصول على توضيح سطح الارض المذكورة بكيفية تامة ووجود خريطة مخططة بأرقام تكون صعبة الفهم جدا ان لم نقل يستحيل فهمها وهذا الأمر يزداد صعوبة كلما ازداد عدد المناسيب المكتوبة على الخريطة

ولمعرفة شكل قطعة الأرض يلزم عمل عملية مطولة وصعبة جدا وهى ان يبحث فيما بين المناسيب المكتوبة على خريطة القطعة الأرض المذكورة عن النقط التى منسوبها واحد للوقوف على النقط التى تكون فى استواء واحد أو منخفضة أو مرتفعة وتزال هذه الصعوبة باستعمال القطاعات الافقية أو منحنيات التوازن التى لم تكن شيئا آخر سوى تقاطع سطح الأرض بمستويات افقية

فهذه الخطوط يوجد فيها أول فائدة وهى ان كلا منها يعين بمنسوب واحد وهذا المنسوب يستعمل لجميع النقط وزيادة على ذلك فلو أعطيت المسافات الواقعة بين المستويات الحادثة منها تلك الخطوط أبعادا متساوية لظهر للقطعة الأرض المذكورة هيئة واضحة للغاية

قاعدة تعيين القطاعات الافقية

١٠٧ لنشتغل بتعيين ورسم القطاعات الافقية . المعلوم من عمليات الميزانية الاجمالية السابقة منسوب نقطة ثابتة م يساوى ٣٧ر١٨٢ متر والمراد ان يرسم على الأرض المنحنى الذى منسوبه ١٨٣ متر فيوضع الميزان فى وضع يمكن ان تشاهد منه نقطة م ثم تعمل نظرة على النقطة المذكورة ولتكن ٤٢ر١ متر ارتفاع القامة الذى صار قراءته وهى موضوعة فى النقطة المذكورة فيعلم من ذلك ان منسوب الميزان هو

$$ع = ١٨٢ر٣٧ + ١ر٤٢ = ١٨٣ر٧٩$$

فاذا أعطيت القامة ارتفاعا قدره ٧٩ر متر وغير وضعها فى النقط المختلفة من سطح قطعة الأرض بحيث يكون قاعدتها على الأرض ويكون المرأى فى مستوى الميزان فيتحصل بهذه الكيفية على جملة نقط يكون منسوبها ١٨٣ لأنه حيث كان منسوب المرأى ٧٩ر١٨٣ متر فقاعدة القامة تكون منخفضة بقدر ٧٩ر متر أعنى يكون منسوبها ١٨٣ متر وحينئذ النقط المتحصلة تكون من المنحنى المطلوب ويمكن الحصول على جملة نقط من المنحنى المذكور من وضع واحد بحيث تكون موجودة على مسافة نظر الميزان وعلى العموم اذا وضع الميزان فى وضع مناسب بحيث تشاهد منه نقطة ثابتة معينة من قبل وقرأت القامة الموضوعة فى هذه النقطة واضيف المقدار المتحصل لمنسوب النقطة الثابتة المعلومة فيعلم منسوب مستوى الميزان ولم يبق حينئذ سوى اعطاء القامة ارتفاعات موافقة لكى يكون منسوب قاعدتها الموجودة على الأرض هو المنسوب المطلوب الذى يراد رسم منحنيه حينما يكون المرأى فى استواء الميزان

رسم اربعة قطاعات متباعد بعضها عن البعض الآخر بقدر متر من وضع واحد

بند ٨٠ قد امكن رسم المنحنى الذى منسوبه ١٨٣ بارتفاع للقامة قدره ٧٩ر١ متر وللحصول على المنحنيات ١٨٢ و ١٨١ و ١٨٠ يكفى اعطاء القامة الارتفاعات المتتالية ٧٩ر١ متر و ٧٩ر٢ متر و ٧٩ر٣ متر بحيث أنه من وضع واحد للميزان وباستعمال قامة ارتفاعها اربعة امتار يمكن رسم اربعة منحنيات متفاوتة فى الارتفاع بقدر متر

تغيير الوضع

بند ٨١ لرسم المنحنيات الاكثر انخفاضا أو ارتفاعا من السابقة يلزم تغيير وضع الميزان وربطه إما بروبير جديد معلى منسوبه من قبل أو بروبيرات أخر مؤقتة مأخوذة من الوضع الأول

ولكن يلزم الاحتراس من أخذ جملة أوضاع مرتبطة بروبيرات وقتية بسبب تجميع الخطآت الممكنة ومن الضرورى اجراء التحقيق على قدر الامكان بالربط على روبير من روبيرات الميزانية الأجمالية [شبكة الميزانية]

التحقيق المتعلق بارتفاع القامة

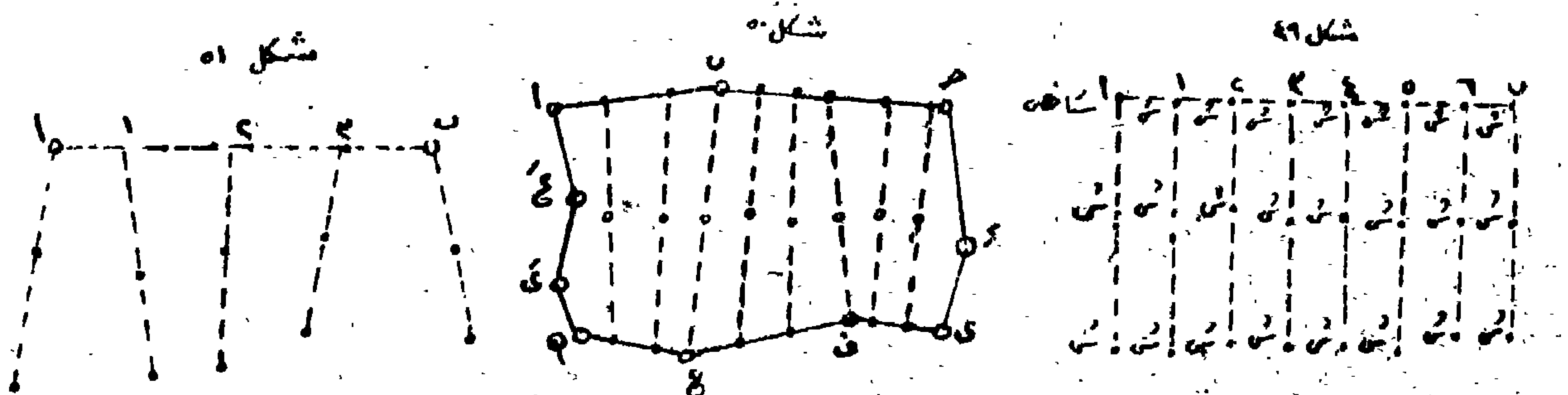
بند ٨٢ بعد تعيين نقط منحنى يلزم التحقق ما اذا كان ارتفاع القامة تغير عند اجراء العملية أم لا لأنه ليس من النادر أن يكون وضع المرآى تغير لأعلى أو لأسفل فى مدة النقل بانشباكه فى مانع مثل افرع شجرة أو بسبب الصدمات الحاصلة من الأرض وقت تغيير وضع القامه

رفع القطاعات الافقية من على الأرض

بند ٨٣ يمكن ان تعلم على الأرض النقط التى صار تعيين مناسيبها وبعد ذلك ترفع بأحدى الطرق المعروفة والأحسن رفعها مباشرة عند تعيين مناسيبها ويتوصل لذلك بالطرق الآتية

بند ٨٤ طريقة القطاعات المتعامدة أو المايلة ـ لرفع جملة قطاعات افقية بهذه الطريقة ترسم تلك القطاعات متجهة على حسب الميل وكل منها يكون معلما بواسطة ثلاثة شواخص اثنان فى النهايتين والثالث فى الوسط تقريبا وعلى هذه القطاعات توجد النقط التى يصير تعيينها لكل منحنى

ولعدم الخلط يوضع قطع من ورق على شواخص القطاعات المتتالية ويختلف بعد هذه القطاعات بعضها عن بعض بحسب تغيرات الأرض ودرجة الضبط المطلوبة ويلزم ان يمكن رسم هذه القطاعات على الخريطة بطريقة بسيطة سهلة ولأجل ذلك اما ان تمد بالتعامد على الخط اب من خريطة رسم المسطح الأجمالية شكل ٤٩

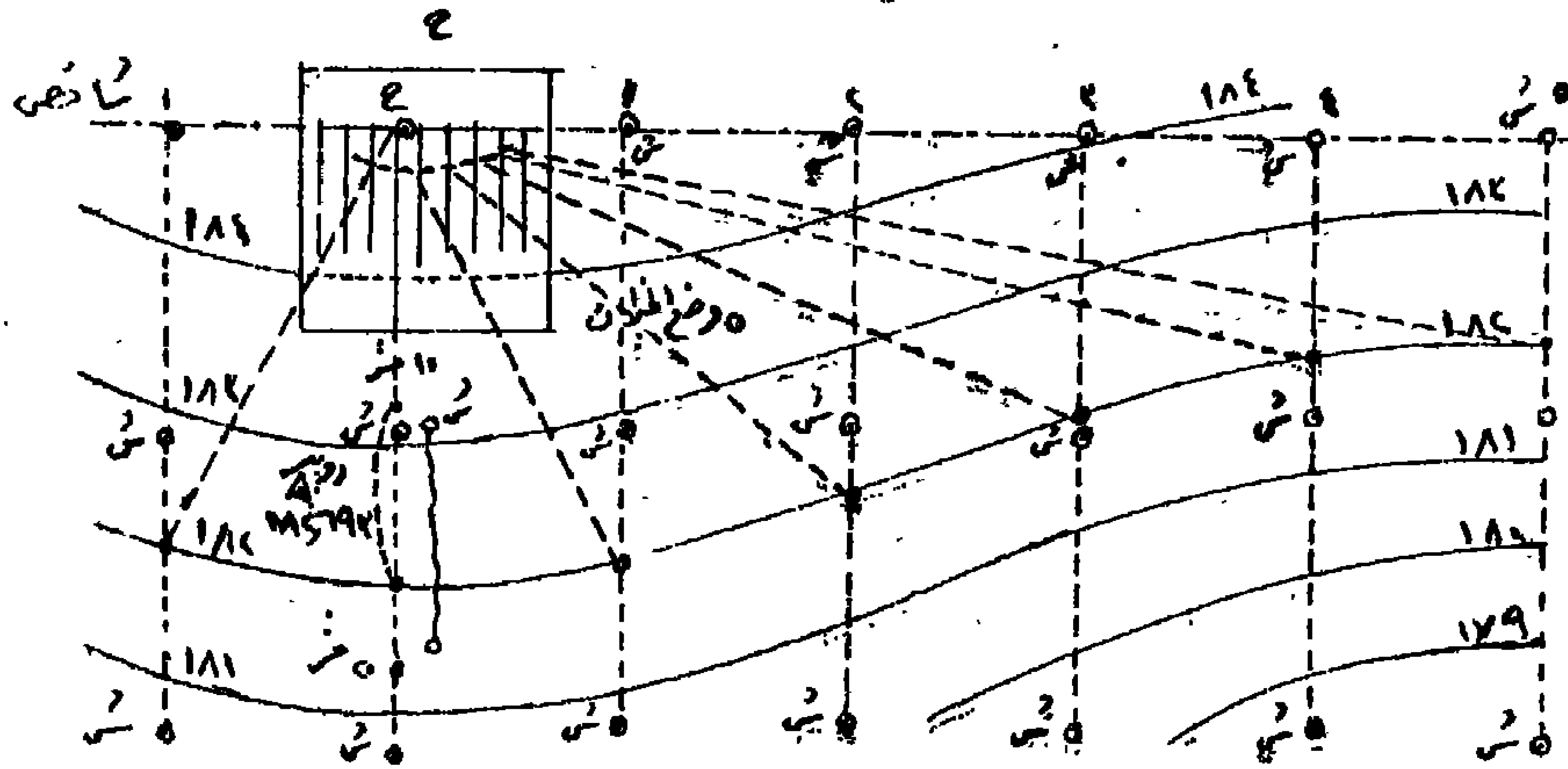


وعلى ابعاد

وعلى ابعاد مقيسة من ابتداء نقطة ا وتارة ترسم أقل انتظاما وتعين بقياس الاجزاء التي تحددها على خطوط معلومة من خريطة رسم المسطح الاجمالية اب حـ ء ى ف .... شكل ٥٠ وتارة تربط بخط واحد أو من خطوط الخريطة الاجمالية شكل ٥١ وبقياس ابعادها التي تعينها على الخط المذكور واتجاهاتها التي تعلم بواسطة البوصلة

١٣٥ استعمال البلنشيطة والميزان ذى النظارة لرفع القطاعات الافقية ـ لذلك توضع البلنشيطة في نقطة ح معينة شكل ٥٢ تكون خارجة عن القطاعات أو في وسطها ثم يوضع الميزان في نقطة وضع م تكون في حدود البلنشيطة ويعين منسوبها بدلالة نقطة ثابتة (روبير) ثم تعطى القامة الارتفاع الموافق للمنحنى المراد البحث عنه

شكل ٥٢

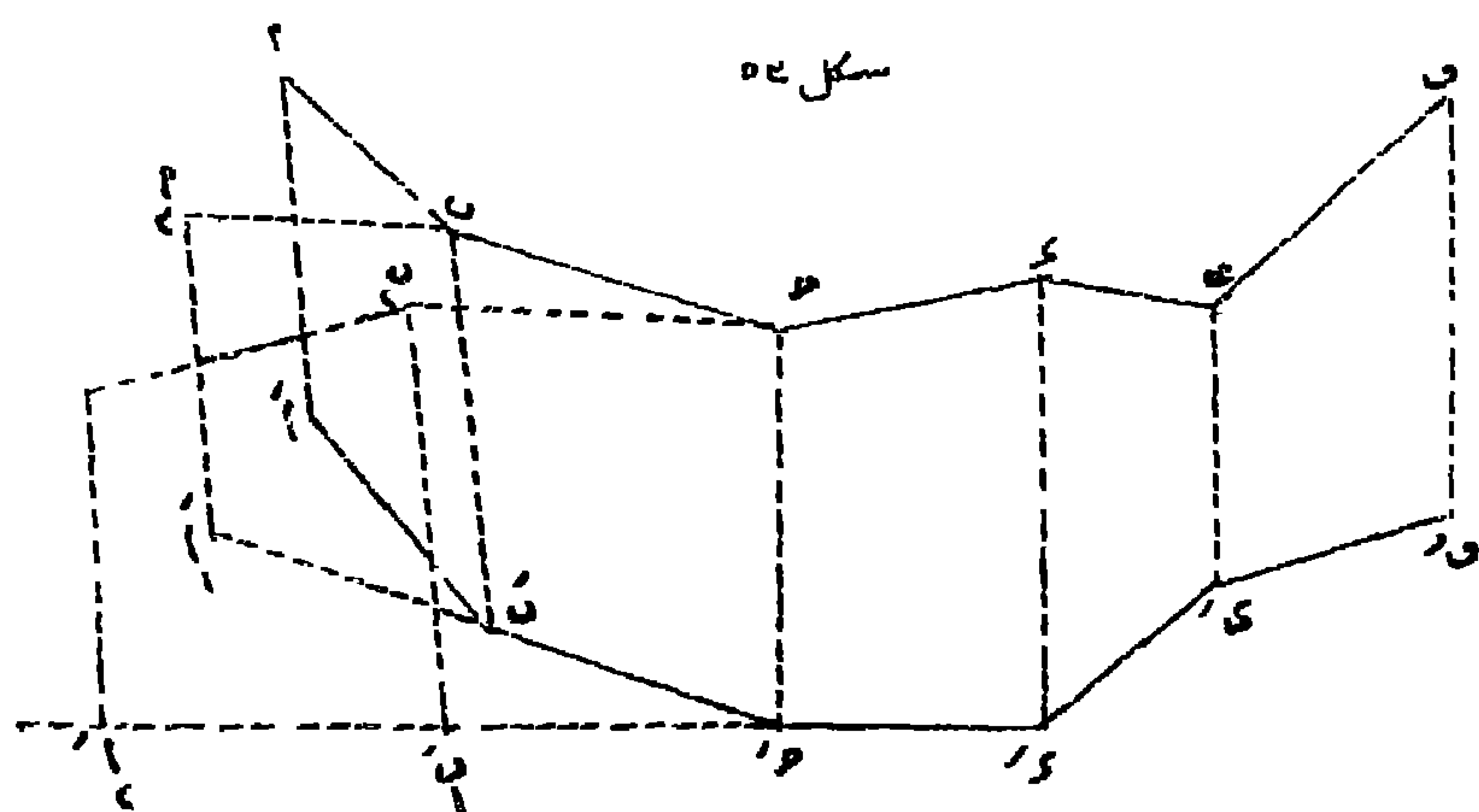


ثم أن حامل القامة يتحرك على أول قطاع وهذا الأمر متيسر له لأنه يرى دائما شاخصين أمامه وخلفه من الثلاثة شواخص التي تحدد القطاع وفي هذه الحركة يجب أن يكون منقادا لأوامر المهندس الذي بيده الميزان وعندما يصير في النقطة الموافقة فالمهندس الواقف على الميزان يخطر المهندس الواقف على البلنشيطة بنقطة تمام فهذا الأخير الذي يتبع انتقال القامة ويكون مشاهدا لها في وضعها الأخير يرصد قاعدتها ويرسم خطا على البلنشيطة فنقطة تقاطعه مع خط القطاع المرسوم على البلنشيطة تكون هي النقطة الموضوعة فيها القامة وبعد ذلك يعطي إشارة لحامل القامة لأن ينتقل على القطاع الثاني ويجرى العملية السابقة في الترتيب السابق

طريقة بسط القطاعات

١٣٦ لتكن ا، ب، حـ، ء، ى، ف شكل ٥٣ نقط مختلفة من الأرض ، آ، بَ، حَ، ءَ .... مساقطها على مستوى المقارنة العمومي فالمستويات المسقطة للمستقيمات اب، ب حـ، حـ ء ... تكون سطحا قابلا للانبساط مركبا من أشباه منحرفة قائمة ا ب بَ آ، ب حـ حَ بَ ، .... أعنى يمكن تطبيقه بأكمله على مستو واحد بدون أن يحصل له شق أو ثنى ويسمى قطاع الميزانية الشكل المستوى الناتج من هذا الانبساط

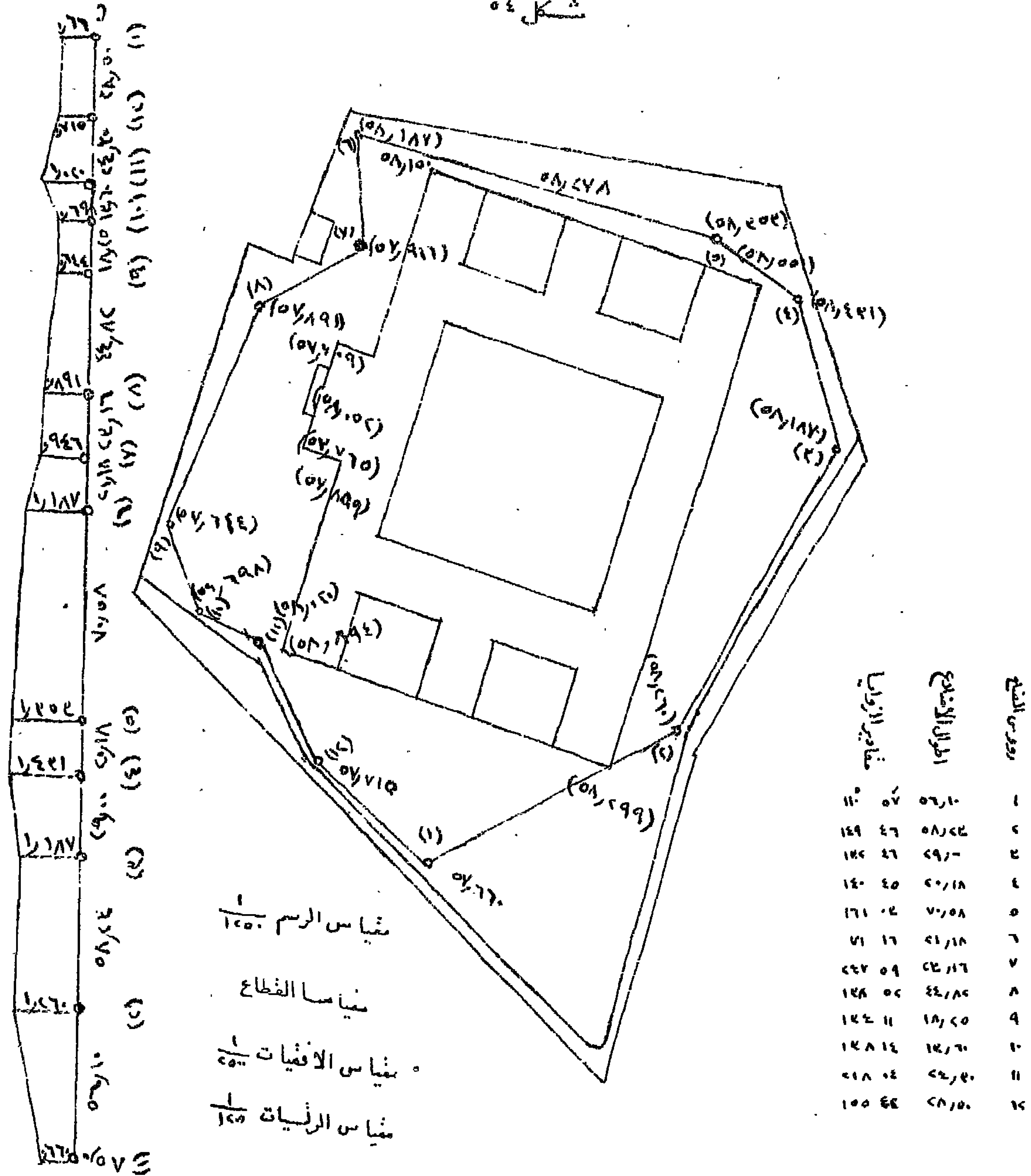
وان انبساط هذا السطح يتصور بدوران شبه المنحرف الأول ا ب ب َ ا َ حول ب ب َ الى ان ينطبق على مستوى شبه المنحرف الثانى ب جـ جـَ بَ
وان هذا المستوى المشتمل على شبهى المنحرفين السابقين يدور حول جـ جـَ الى ان ينطبق على مستوى شبه المنحرف الثالث جـ ى ى َ جـَ وان هذا المستوى المشتمل على الثلاثة اشباه منحرفة يدور حول ى ى َ الى ان ينطبق على مستوى شبه المنحرف التالى للسابقة وهكذا الى ان تحصل جميع الاشباه المنحرفة فى مستوى شبه المنحرف الاخير



وحيث أن المستقيمات ا ا َ ، ب ب َ ، جـ جـَ ، ..... رأسية والمستقيمات اَ بَ ، بَ جـَ ، جـَ ى َ ... افقية ففى اثناء دوران مستوى شبه المنحرف ا ب ب َ ا َ حول ب ب َ يبقى الافقى بَ ا َ عموديا على الرأسى ب ب َ وحينما ينطبق مستوى شبه المنحرف السابق على مستوى شبه المنحرف ب جـ جـَ بَ فالمستقيم بَ ا َ يصير موجودا فى هذا المستوى وينطبق على مستقيم عمودى على الرأسى ب ب َ أعنى يوجد على الامتداد بَ اُ للخط بَ جـَ
وبالسبب عينه حينما يدور مستوى شبه المنحرف الثانى حول جـ جـَ وينطبق على مستوى شبه المنحرف الثالث فالمستقيم جـَ بَ اُ ينطبق على الامتداد جـَ بُ اُ للمستقيم جـَ ى َ وبالجملة حينما ينطبق السطح بأكمله على مستوى شبه المنحرف الأخير فالخط المنكسر اَ بَ جـَ .... يصير خطا مستقيما
والابعاد ا ا َ ، ب ب َ ، جـ جـَ ، .... هى مناسيب النقط ا ، ب ، جـ ، ..... وقد عينت بالميزانية والأبعاد اَ بَ ، بَ جـَ ، جـَ ى َ ، .... هى المساقط الافقية لمستقيمات ا ب ، ب جـ ، جـ ى ، .... وقد قيست بالجنزير
وبمعلومية هذه الأبعاد يمكن ان يرسم بالمقياس المعلوم قطاع سطح الأرض على حسب الخط المنكسر ا ب جـ ...... بعد تعيين جميع اشباه المنحرفة ا ب بَ اَ ، ب جـ جـَ بَ تعيينا تاما
وفائدة القطاعات معرفة عدم تساوى سطح قطعة أرض على حسب خط منكسر معلوم بمجرد النظر ولأجل توضيح عدم التساوى يستعمل غالبا فى رسم القطاعات مقياسان مختلفان احدهما للابعاد الافقية والثانى أكبر منه للارتفاعات
ولنأخذ مثالا لذلك شكل ٥٤ فنأخذ على المستقيم ا ب اطوال أضلاع المضلع كل بعد الآخر بمقياس يساوى ــــــ وبما أن الارض قليلة التماوج (قليلة الارتفاعات) فاذا اعتبر مقياس الرأسيات عين المقياس السابق فالفروقات الصغيرة لمناسيب رؤوس المضلع لاتكون ظاهرة ولذلك نعتبر مقياسا أكبر من السابق عشرين مرة
وليكن

وليكن $\frac{1}{125}$ وفي هذا المقياس لا يمكن أخذ أطوال مناسيب رؤوس المضلع بأكملها على الورق وتمهيداً لهذه الصعوبة بإعطاء المستقيم اب منسوباً أقل من المنسوب الأصغر لرؤوس المضلع وليكن ٥٧ متر مثلاً وحينئذ فالارتفاعات اللازم أخذها فوق اب لا تكون شيئاً آخر سوى زيادات مناسيب الرؤوس على ٥٧,٠٠ متر

شكل ٥٤



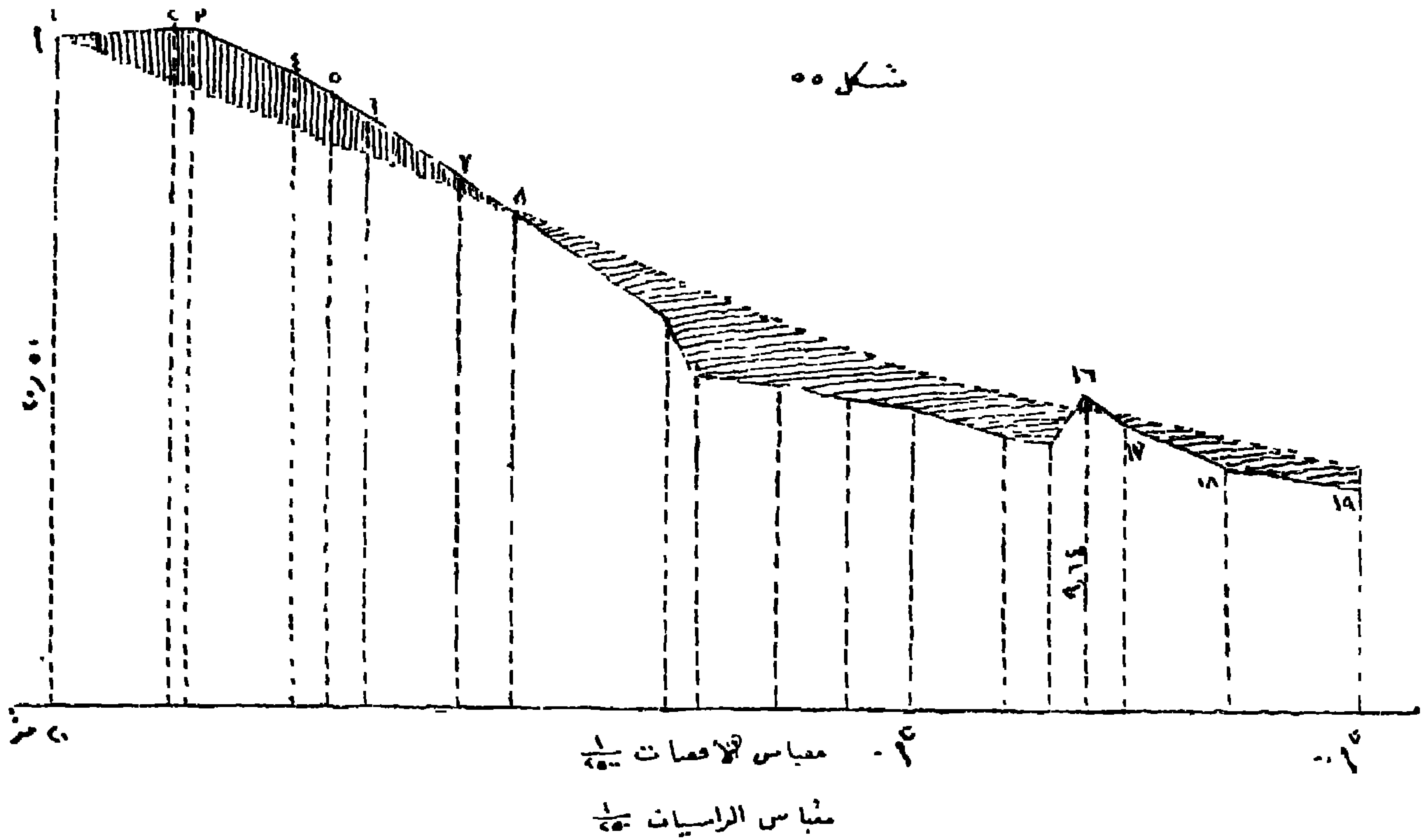
مسألة قد ذكرنا سابقاً أنه لمعرفة شكل سطح قطعة أرض تعمل في الغالب قطاعات في اتجاهين مختلفين ويكون ذلك في اتجاه الطول وفي اتجاه العرض وقلنا ان هذه القطاعات تسمى بالقطاعات الطولية والعرضية

واذا اريد فحص تصميم طريق مايعمل قطاع طولى على حسب خط ما مستقيما كان أو منكسرا مرسوما على الأرض فى اتجاه طول الطريق وتعمل من مسافة لمسافة قطاعات عرضية على حسب مستقيمات عمودية على الاتجاهات المختلفة لأجزاء الخط الكثير الأضلاع الذى يدل على القطاع الطولى

وتوزن القطاعات الطولية بطريقة اللف وأما القطاعات العرضية فتوزن من وضع واحد بطريقة الثبات حيث انها تكون صغيرة فى العادة

ثم تكتب نواتج ميزانية كل قطاع فى جدول مخصوص بترتيب معين وتميز هذه القطاعات بعضها من بعض بنمر مخصوصة

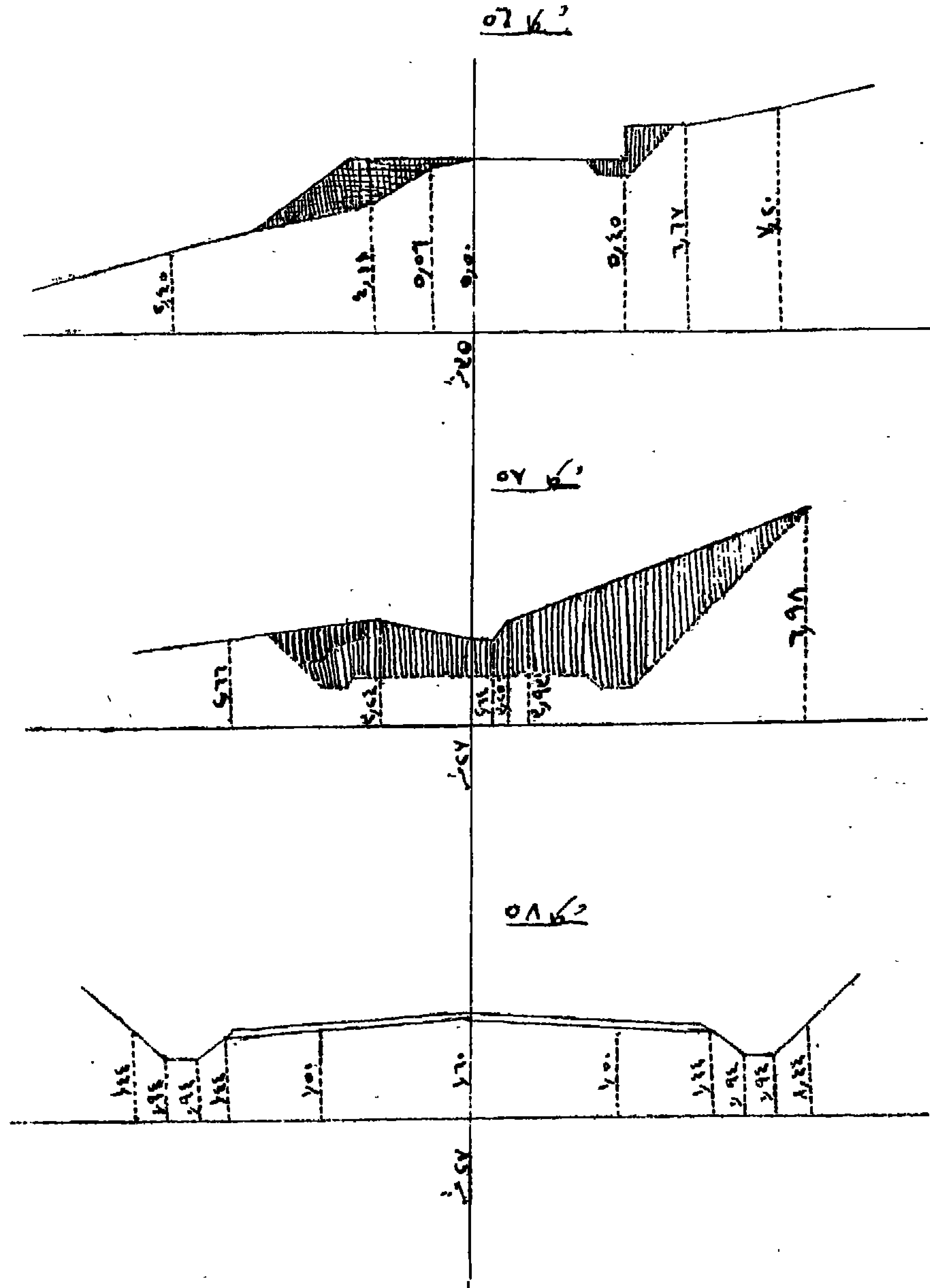
وشكل ٥٥ يبين القطاع الطولى لقطعة أرض يراد رسم طريق على حسبه ومقياس الافقيات هو $\frac{1}{٢٥٠٠}$ ومقياس الرأسيات $\frac{1}{٥٠٠}$ وقطاع الأرض على حالته الأصلية مبين فى الشكل بخط متصل وقطاع تصميم



الطريق مبين بخط مجزء والهواشير الرأسية تدل على كتل الأرض اللازم رفعها [وتسمى بالحفر] والهواشير الافقية تدل على كتل الأرض اللازم وضعها [وتسمى بالردم] وشكلى ٥٦ و ٥٧ يدلان على القطاعين العرضيين نمرة ١ ونمرة ١٦ للقطعة الأرض نفسها المطابقان للنقطتين (١) و (١٦) من القطاع الطولى

وشكل (ه) يبين انموذج لقطاع الطريق مرسوما بمقياس ضعف المقياس الأصلى وهو منطبق على القطاع العرضى نمرة ١٦

استعمال



تحقيق ميزانية القطاعات الطولية

١١٦ ـ قد علمنا سابقا أن بعض الميزانيات التى تجرى بواسطة الملف كالقطاعات الطولية التى تعمل لتصميم الطرق والترع والسكك الحديدية لايمكن تحقيقها بالقفل ففى هذه الحالة تعمل العملية مرتين بواسطة مهندسين مختلفين مع مقارنة الفروقات المتحصلة واحدا واحدا

استعمال وفائدة المهندس المساعد

١١٧ ـ انه باستعمال الميزان ذى النظارة والقامة الناطقة يمكن الحصول على تحقيق بسيط ولذلك يستصحب المهندس مساعدا لحمل الآلة يعوده على اجراء عمليات الميزانية وهذا يكون مراقبا حقيقيا ويلزم ان يكون نظره على قدر الامكان موافقا لنظر المهندس لكى يمكنه استعمال وضع النظارة فى الوضع الذى استعمله المهندس

وكل منهما يقرأ النظرة على القامة ويقيدها فى دفتره بدون ان يطلع على ما كتبه الآخر ووقت الرصد والكتابه يكون الثانى ملاحظا وضع الفقيعة

وبمقارنة الدفاتر تعلم الخطآت الحادثة من القراءة أو عدم الضبط ثم أن كلا منهما يعمل حساب المناسيب من دفتره ومن ذلك تعلم خطآت الحساب

وقد يتأتى أن الخطأ يحدث من الأسباب الحقيقية واحدة منها حينما يكون جزء من القامة مغطى بأفرع شجرة فلمعرفة يلزم اعادة الميزانية ويعمل ذلك على بعد عظيم وبدون عمل التعيينات الضرورية

مثلا الميزانية بالتشعع - الميزانية التفصيلية تعمل بالتشعع وبالاعتناآت التى ذكرناها سابقا وبما انه يلزم فى هذه الحالة اجراء العملية فى جميع الاتجاهات حول نقطة الوضع فيلزم ان يكون الميزان مصلحا بغاية الضبط لأجل تجنب ضياع الزمن واسباب الخطأ الذى يحدث من ضرورة جعل الفقيعة فى الوسط فى كل لحظة ويكتفى بعمل نظرة واحدة على كل نقطة بدون عمل أى تعيين

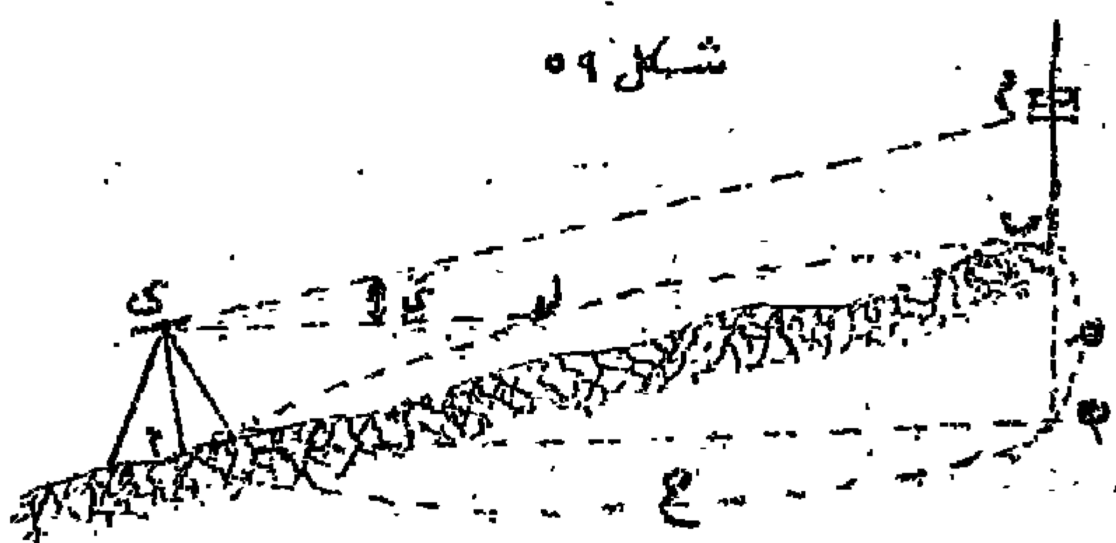
ويكفى أيضا أن يؤخذ ارتفاع القامة مقربا من ٠.٠٢ متر بالنسبة لنقط الأرض التى لا تكون متغيرة اذا كان المراد وزن سطح ردم ومع ذلك فيجتنب وضع القامة فى الحفر أو على العلاوى الخفيفة وأن يلاحظ التغيير الخاص بالقطعة الأرض الجارى فيها العمل

فى الايكليمتر

مثلا خاصية الايكليمتر - زيادة الضبط المحصل عليها بواسطة ميزان الهواء ذى النظارة فى الاراضى ذات الميل الواقف تحتاج لبطء شديد فى العمل وهذا البطء يتعلق بوجود فرق توازن بين نقطة والتالية لها قدره ٠.٠٣ تقريبا اذا عملت الميزانية باستعمال قامة طولها اربعة امتار. فاذا لم تكن زيادة الضبط مطلوبة فيمكن تقليل الزمن باستعمال الايكليمتر ويتركب الايكليمتر من دائرة أو من قطعة دائرة رأسية تحمل روح تسوية وفى مركز الدائرة يوجد الياداد يدور حول المركز ومثبت عليه نظارة وورنيتاه يمران على اقسام الدائرة

فاذا فرض ان الآلة موضوعة للشغل اعنى اذا كانت الفقيعة فى الوسط وكان صفر الورنيتين وصفر الدائرة المقسمة منطبقة بعضها على بعض وكان محور النظارة افقيا فحينئذ اذا امال الاليدات بدون ان تميل روح التسوية فيميل النظارة بكمية ما فالزاوية المبينة بالورنيتين على الدائرة المقسمة تكون هى مقدار ميل محور النظارة على الخط الافقى

استعمال الايكليمتر - لتوضيح استعمال هذه الآلة - فليكن ا ، ب (شكل ٥٩) نقطتان معلوم البعد بينهما اب = ل أو مسقطه الافقى اه = ح



فيوضع الايكليمتر فى الوضع فى نقطة ا ثم توضع فى ب قامة ذات مرآة يجرى ارتفاعه على الارتفاع اى الآلة ثم يرصد المرآة بالنظارة بعد جعل الفقيعة فى الوسط ثم يقرأ حينئذ على الايكليمتر مقدار ميل الشعاع البصرى ى م على الافقى وهذا الميل

يساوى

يساوى ميل المستقيم اب على الأفقى ولتكن ى مقدار زاوية الميل فيكون مقدار فرق توازن النقطتين المعلومتين

ب هـ = فرق توازن = ل حا ى = ح ظا ى

وقد عملت جداول الجيوب والظلال لتسهيل الحسابات

ويستعمل الايكليمتر مصاحبا للبوصلة ولكثير من الآلات ذوات النظارات وبعض المساطر

استعمال الايكليمتر فى البلاد الجبلية

استعمال الميزان ذى النظارة لعمل ميزانية الميول الواقعة فى البلاد الجبلية يستغرق زمنا عظيما ويعطى درجة ضبط زيادة عن اللزوم فبناء على ذلك لايستعمل الميزان ذو النظارة الا لعمل ميزانية بعض اشكال أصلية تقسم بخطوط طولها لايزيد عن ٨٠٠ متر تعمل ميزانيتها بواسطة الايكليمتر وتكون على قدر الامكان فى اتجاه الميل

واحيانا يكتفى بتعيين ميزانية جملة نقط بواسطة الجيوديزيه ترتبط مع بعضها بواسطة الايكليمتر

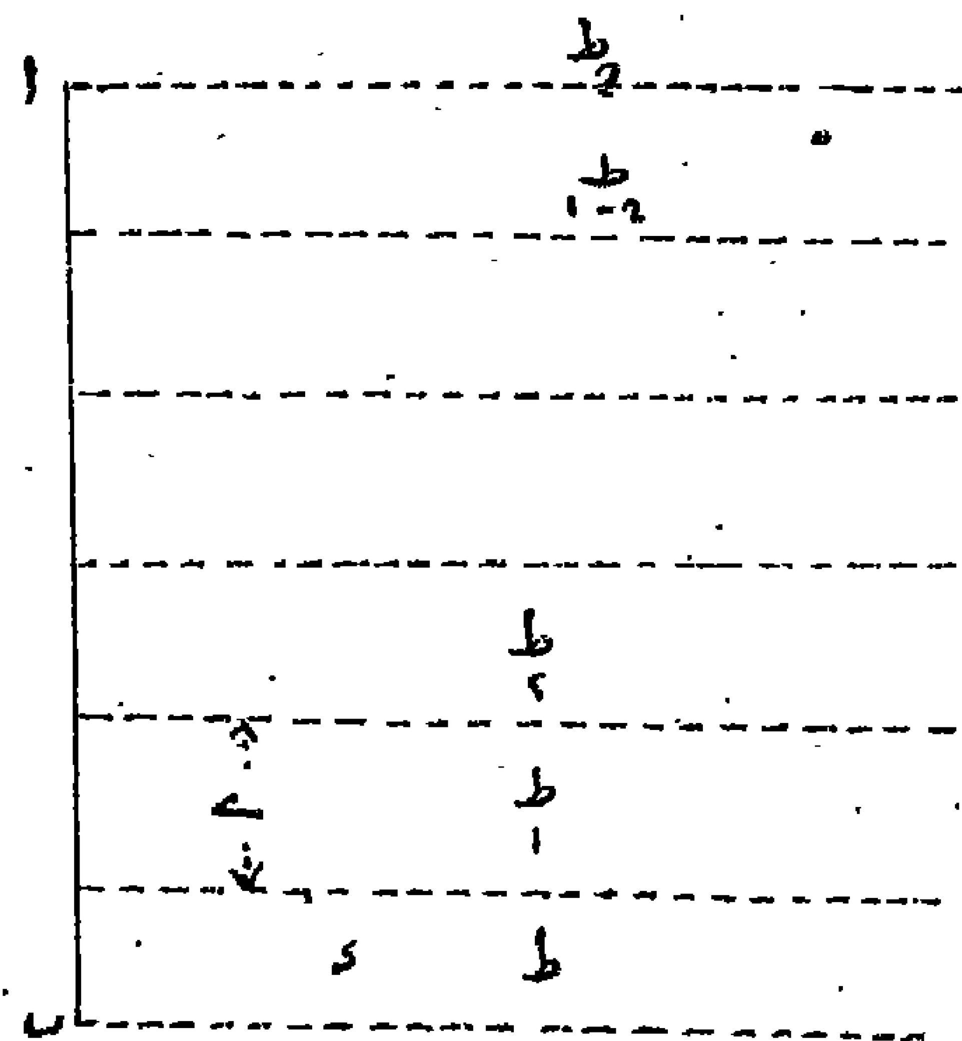
فى الميزانية البارومترية

٢٤٨ تستعمل الميزانية البارومترية فى البلاد التى لا يمكن عمل ميزانيتها الا بغاية الصعوبة ويكون ذلك بواسطة وضع جملة نقط متعددة على ميل واحد وتستعمل على الخصوص لقياس ارتفاعات الجبال

وأول من عمل هذه التجربة هو المعلم باسكال وأجرى هذا العمل على قبة شهيرة وعلى حسب ما أوضحه صنعت آلة البارومتر أو آلة قياسات الارتفاعات وهذه الآلة مؤسسة على قوانين ضغط الغازات

فلو ارتفع الراصد من نقطة لأخرى على سطح جبل فأن ضغط الغاز يتبع لقانون متوالية هندسية مع أن وضع الراصد يتغير على حسب قانون متوالية عددية فينتج من ذلك سلسلتين من المقادير مرتبطتين ببعضهما ومتطابقتين حد بحد وهما الضغوط والارتفاعات

أما الارتفاعات فيمكن اعتبارها كلوغاريتمات الضغوط والضغوط يمكن تعيينها من أول الامر بواسطة البارومتر وبذلك يسهل حساب ارتفاع أى جبل كان



شكل ٦٤

فليكن المطلوب قياس الارتفاع اب لذلك نفرض أن الجو مقسم الى طبقات متتالية بواسطة مستويات افقية بشرط أن تكون قريبة من بعضها بحيث يمكن اعتبار أن الضغط واحد على جميع الطبقات بدون خطأ محسوس ولكن د البعد الكائن بين أى مستويين متتاليين ، ء كثافة هواء الطبقة السفلى ثم نضع البارومتر بالتعاقب فى هذه الطبقات المختلفة ونعين الضغط الواقع على كل منها ولتكن ط ، ط١ ، ط٢ ، ط٣ ، ط٤ ، ...... ، طن-١ ، طن الضغوط الواقعة على تلك الطبقات

فالضغط الواقع على سطح مربع ضلعه يساوى متر واحد من الطبقة السفلى هو بالبداهة د ء وهذا الضغط يساوى ط - ط١ أعنى أن

$$\text{ط} - \text{ط}_{١} = \text{ء ح}$$

ولكن كثافة اى بخار تناسب تناسبا طرديا للضغط الواقع عليه أعنى يكون

$$\text{ء} = \text{ك ط}$$

وك مقدار ثابت يلزم تعيينه

وحينئذ يكون $\text{ط} - \text{ط}_{١} = \text{ك ط ح}$ ومنها

$$\text{ط}_{١} = \text{ط}(١ - \text{ك ح}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (١)$$

ومثل ذلك يكون $\text{ط}_{٢} = \text{ط}_{١}(١ - \text{ك ح})$ وبوضع بدل $\text{ط}_{١}$ مقداره المستخرج من معادلة (١) يحدث

$\text{ط}_{٢} = \text{ط}(١ - \text{ك ح})^{٢}$ وكذا يكون

$$\text{ط}_{٣} = \text{ط}(١ - \text{ك ح})^{٣}$$

. . . .

$$\text{ط}_{\text{ن}} = \text{ط}(١ - \text{ك ح})^{\text{ن}}$$

وهذه القاعدة بديهية

فالضغوط هى ط فى الطبقة الأولى، $\text{ط}(١ - \text{ك ح})$ فى الثانية، $\text{ط}(١ - \text{ك ح})^{٢}$ فى الثالثة، $\text{ط}(١ - \text{ك ح})^{\text{ن}}$ فى الطبقة (ن+١)

وبالتأمل بيشاهد ان هذه الضغوط مكونة متوالية هندسية حدها الأول ط وأساسها $١ - \text{ك ح}$

وبأخذ لوغاريتم طرفى المتساوية المعمومة وهى

$\text{ط}_{\text{ن}} = \text{ط}(١ - \text{ك ح})^{\text{ن}}$ يحدث

$$\text{لو ط}_{\text{ن}} = \text{لو ط} + \text{ن لو}\,[١ - \text{ك ح}]$$

وبفرض ان ح = مترا واحدا وحيث كان $\text{ك} = \frac{\text{ء}}{\text{ط}}$ الذى فيه ء هى كثافة الهواء بالنسبة للزئبق ومن المعلوم أن الهواء يزن ١٠٣٩٥ مرة أقل من الزئبق فى درجة صفر وتحت ضغط مساوٍ ٧٦ر٠ متر فيكون

$$\frac{\text{ء}}{\text{ط}} = \frac{١}{١٠٣٩٥ \times ٠٫٧٦} \quad \text{وعليه فيكون}$$

$$\text{ك} = \frac{١}{١٠٣٩٥ \times ٠٫٧٦}$$

وحينئذ يكون $\text{لو ط}_{\text{ن}} = \text{لو ط} + \text{ن لو}\left[١ - \frac{١}{١٠٣٩٥ \times ٠٫٧٦}\right]$ أو

$\text{لو ط}_{\text{ن}} = \text{لو ط} + \text{ن لو}\,\frac{٧٨٩٩}{٧٩٠٠}$ أو

$\text{لو ط}_{\text{ن}} = \text{لو ط} + \text{ن}\,[\text{لو }٧٨٩٩ - \text{لو }٧٩٠٠]$ أو

$\text{لو ط} - \text{لو ط}_{\text{ن}} = \text{ن}\,[\text{لو }٧٩٠٠ - \text{لو }٧٨٩٩]$ ولكن

لو ٧٩٠٠ = ٣ر٨٩٧٦٢٧١ ،

لو ٧٨٩٩ = ٣ر٨٩٧٥٧٢١

الفرق =

الفرق = ٥٥٠٠٠٠٠ر٠ سنتيمتر كوت

لو ط ـ لو طَ = ع × ٠٠٠٠٠٥٥ر٠ ومنه

ع = $\frac{١}{٠٠٠٠٠٥٥ر٠}$ [لو ط ـ لو طَ] أو

ع = $\frac{١٠٠٠٠٠٠}{٥٥}$ لو $\frac{ط}{طَ}$ أو

ع = ١٨١٨١ لو $\frac{ط}{طَ}$

ومن هذا القانون يعلم مقدار ع حيث ان كلا من ط ، طَ يمكن معرفته بواسطة البارومتر فيكون هو عدد الامتار الفاصلة للسطحين العلوى والسفلى

القانون السابق هو تقريبي لأنا فرضنا فيه ان ضغط الهواء دائما فقط لكثافة مع ان ثقله يختلف كلما ارتفعنا فى الجو أو انتقلنا من موضع لآخر على سطح الأرض تبعا لاسباب أخرى كبرودة الجهات المرتفعة ورطوبة الهواء وخلاف ذلك فهذا كله له تأثير عظيم على ضغط الهواء لاسيما وان ثقل الأجسام يختلف باختلاف فى العروض فكل ١٩٤ كيلوجرام فى خط الاستواء تعادل وزن ١٩٥ كيلوجرام فى القطبين

فمن ذلك قد أدخل الشهير لابلاس درجتى حرارة الطبقتين العليا والسفلى للجهة الجارى فيها العمل مع حفظ مقدار عرض تلك الجهة ومراعاة جميع الأسباب المؤثرة على ضغط الطبقات الهوائية وبهذه الواسطة توصل للقانون الآتى

ع = ١٨٣٩٣ لو $\frac{ط}{طَ}$ [١ + ٠٠٢٨٣٧ر٠ جتا ٢ هـ] [١ + $\frac{٢(حَ+ح)}{١٠٠٠}$]

الذى فيه هـ عبارة عن عرض الجهة ، ح ، حَ عبارة عن درجتى حرارة الطرفين

فى المستويات الرقمية

س٢٢١ـ من المعلوم فى علم الهندسة الوصفية انه لتعيين جسم فى الفراغ يلزم تعيين مسقطين من مساقط على مستويين مختلفين وعادة يعتبر احدهما افقى والثانى رأسى

وحيث ان المسقط الرأسى يبين ابعاد نقط الجسم الكائنة فى الفراغ عن المستوى الافقى فمتى علمت أبعاد نقط الجسم الكائنة فى الفراغ عن المستوى الافقى امكن تعيين الجسم المذكور بواسطة رسم مسقطه الافقى وكتابة ارقام على مساقط نقطه تدل على ارتفاعاتها عن المستوى الافقى وبذلك يستغنى عن رسم المسقط الرأسى للجسم

س٢٢٢ـ الغرض من طريقة المستويات الرقمية بيان الأجسام باشكالها وابعادها الحقيقية بواسطة مستوى اسقاط واحد

وتستعمل المستويات الرقمية لبيان الأجسام التى ارتفاعها قليل بالنسبة لاتساع مساقطها الافقية كأعمال الجسور والاستحكامات ورسم الطرق والترع وتعيين الجسم بمستوى رقمى أخصر من تعيينه بمسقطيه خصوصا اذا كان شكل الجسم محتويا على خطوط كثيرة متقاطعة وكان مقياس الرسم صغيراً

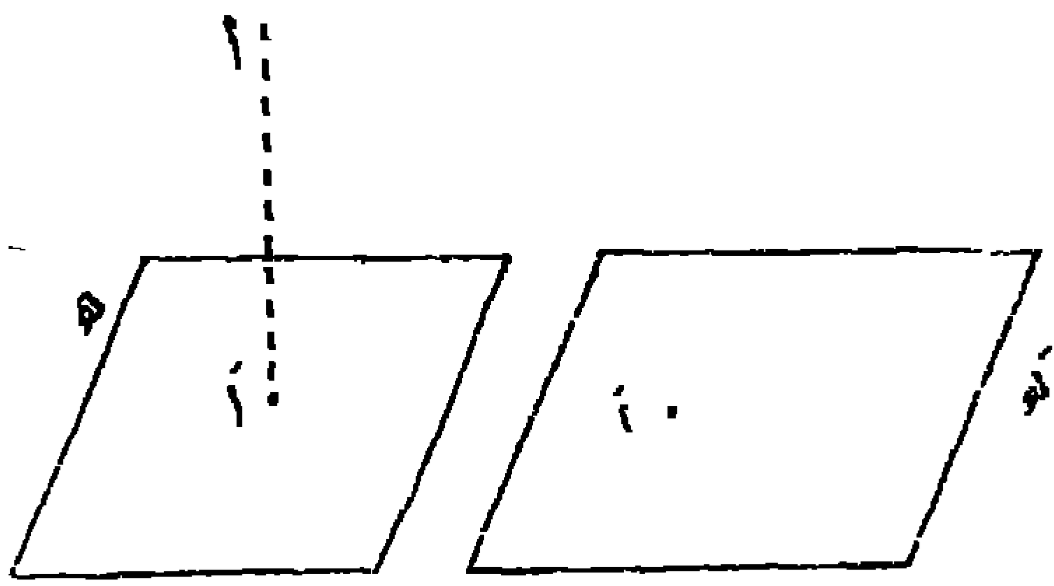
مستوى المقارنة أو المستوى الرقمي - مستوى المقارنة هو المستوى الافقي الذي يعتبر مستوى اسقاط ويفرض هذا المستوى اسفل السطح المراد معرفة حالته وذلك في الأعمال الملكية وأما في الاستحكامات والاشغال البحرية فيعتبر بأعلى الاشكال المراد معرفة حالتها ويسمى بالمستوى الرقمي لأنه يشتمل على ارقام النقط المسقطة عليه

ن ٢٣ - الرقم - رقم نقطة هو المقدار الرقمي الذي يدل على طول الخط المستقيم المسقط للنقطة المذكورة ويسمى منسوب نقطة بعدها عن سطح البحر وفي الاشغال العلمية تستعمل لفظة احداثي للدلالة على الرقم أو المنسوب

ويسمى احداثي سالب النقطة التي تكون موضوعة اسفل المستوى المنتخب للمقارنة ويسمى احداثي محدود كل احداثي مبين بعدد صحيح

في النقطة

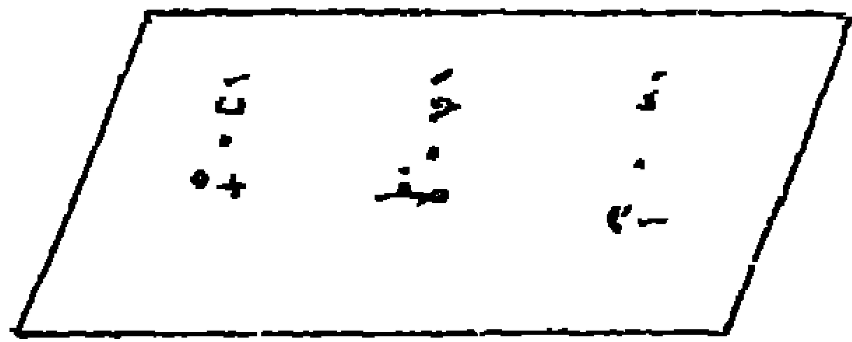
ن ٢٤ - تتعين اي نقطة بمسقطها الافقي ورقمها مثلا اذا كان مقدار ارتفاع أو احداثي أو رقم نقطة أ يساوي ٧ وحدات فتبين النقطة المذكورة على مستوى المقارنة بأن يكتب رقم ٧ بجوار المسقط الافقي لها سواء على يمينه أو على يساره



شكل ١

ن ٢٥ - أوضاع نقطة - كل نقطة لا يمكن أن تشغل بالنسبة لمستوى المقارنة سوى ثلاثة أوضاع

فاما ان تكون موجودة أعلى مستوى المقارنة وحينئذ يكون منسوبها موجبا كالنقطة التي مسقطها ت واما ان تكون موجودة على نفس مستوى المقارنة وحينئذ يكون منسوبها معدوما كنقطة خ واما ان تكون اسفل مستوى المقارنة وحينئذ يكون منسوبها سالبا كالنقطة التي مسقطها ى

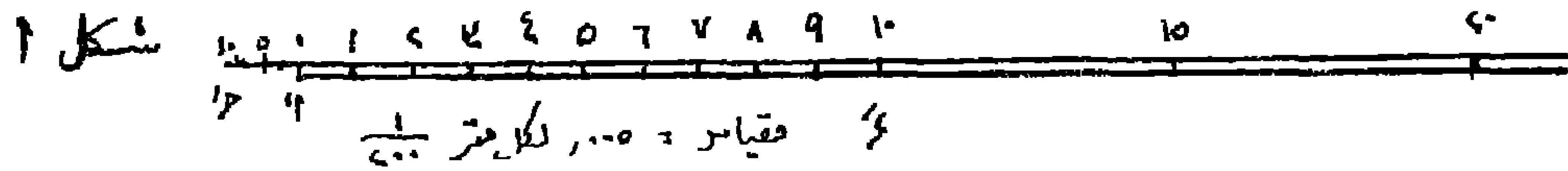


شكل ٢

ن ٢٦ - مقياس الرسم - حيث ان الأبعاد في هذه الطريقة يمكن بيانها هندسيا أو رقميا فمن الضروري لأجل مقارنتها ببعضها ولأجل عمل الرسومات بواسطة الأطوال المبينة بالطريقتين ان يمكن ايجاد الطول الهندسي المطابق لمقدار رقمي معلوم بغاية السرعة وبالعكس فحينئذ يكون من الضروري أن كل رسم يكون مصحوبا بمقياس يعطي المقدار الخطي للوحدة الرقمية ومضاعفاتها واجزائها وذلك كالمقياس المبين في شكل ٣ فالبعد أ ت هو طول الوحدة وقد صار تطبيقه عشرة مرات من أ الى خ ثم أخذ مرة من أ الى خ عن شمال نقطة أ وهذا الجزء الأخير صار تقسيمه عشرة اجزاء متساوية لتقدير اعشار الوحدة ثم أخذ عن يمين نقطة د مضاعفات كل منها يساوي خمسة امثال الوحدة

وعلى

وعلى العموم يعطى المقياس الطول الكافى لتقدير ابعاد الرسم المجعول من أجله فاذا أريد بواسطة هذا المقياس أخذ طول = ٧ر٥ يؤخذ البعد المحصور بين نقطة ه من أَدَ والجزء السابع من تقاسيم أَدَ محسوبة بالابتداء من نقطة أَ



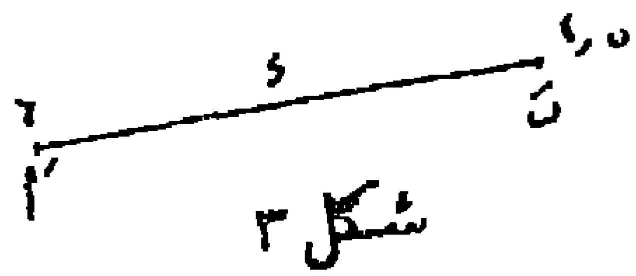
شكل ١

ويقال ان المقياس $\frac{1}{10}$ أو $\frac{1}{100}$ أو $\frac{1}{1000}$ اذا كانت وحدة الأطوال التى هى المتر مثلا مبينة على الرسم بعشرها أو بجزء من مائه أو بجزء من الف من طولها وفى الغالب يستعاض المقياس الموضوع اسفل الرسم بالدبل ديسيمتر المقسم سنتيمترات ومليمترات وأحيانا انصاف مليمتر

الخط المستقيم

بيان الخط المستقيم ونظرياته

٢٧ـ يتعين المستقيم الفراغى تعيينا تاما متى علم المسقط الافقى لنقطتين من نقطه ورقميهما والمستقيم الواصل بين مسقطى نقطتين هو مسقط المستقيم

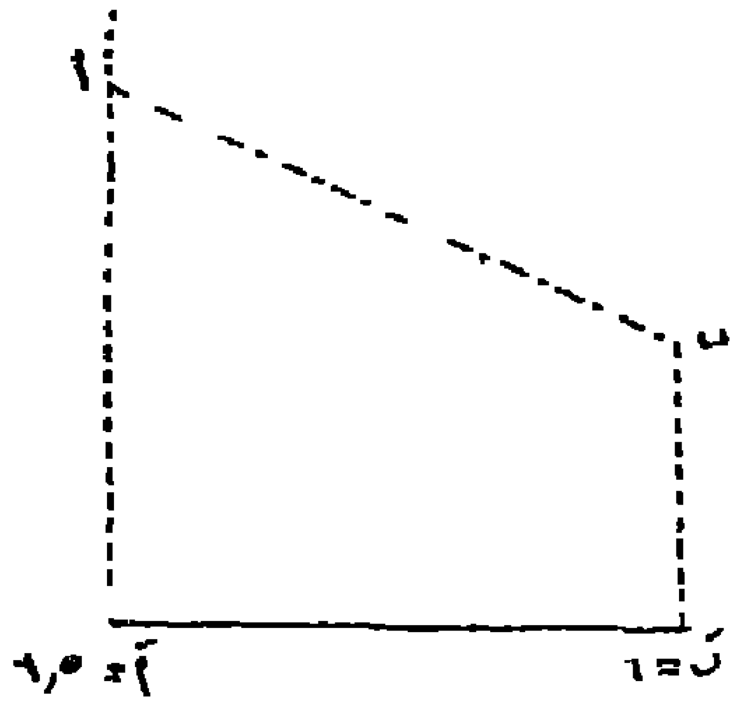


شكل ٣

مثلا أَتَ هو مسقط مستقيم اب فى الفراغ ، ٥ر٩ هو رقم نقطة أ ، ٦ هو رقم نقطة ب الفراغية

٢٨ـ تطبيق مستقيم ـ لحل المسائل المتعلقة بمستقيم معلوم بمسقطه الافقى ورقمى نقطتين من نقطه يطبق هذا المستقيم على مستوى المقارنة بأن يطبق المستوى المسقط له على المستوى المذكور بدورانه حول أثره

مثلا ليكن المعلوم مستقيم بمسقطه أَتَ ورقمى نهايتيه ٥ر٩ ، ٦ فلتعيين المستقيم الفراغى يقام من نقطتى أَ ، تَ عمودان على أَتَ ويؤخذ على العمود المقام من نقطة أَ تسعة اقسام ونصف وعلى العمود المقام من نقطة تَ ستة اقسام من مقياس الرسم ويقطع البعدان المذكوران بالابتداء من نقطتى أ ، ت



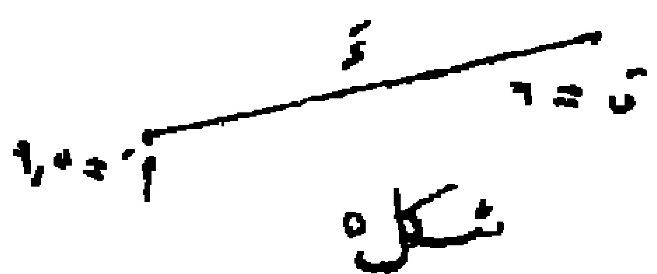
شكل ٤

تنبيهات

الأول ـ الاحداثيان أَأ ، تَ ب يؤخذان فى جهة واحدة من المستقيم أَتَ لأن اشارتيهما واحدة

الثانى ـ أنه فى هذا المقياس يكون أَأ = ١٩ مليمتر ، تَ ب = ١٢ مليمتر

٢٩ـ البعد الافقى ـ البعد الافقى لنقطتين معلومتين هو طول المستقيم الواصل بين مسقطيهما ويبين طول البعد الافقى بالرمز ءَ

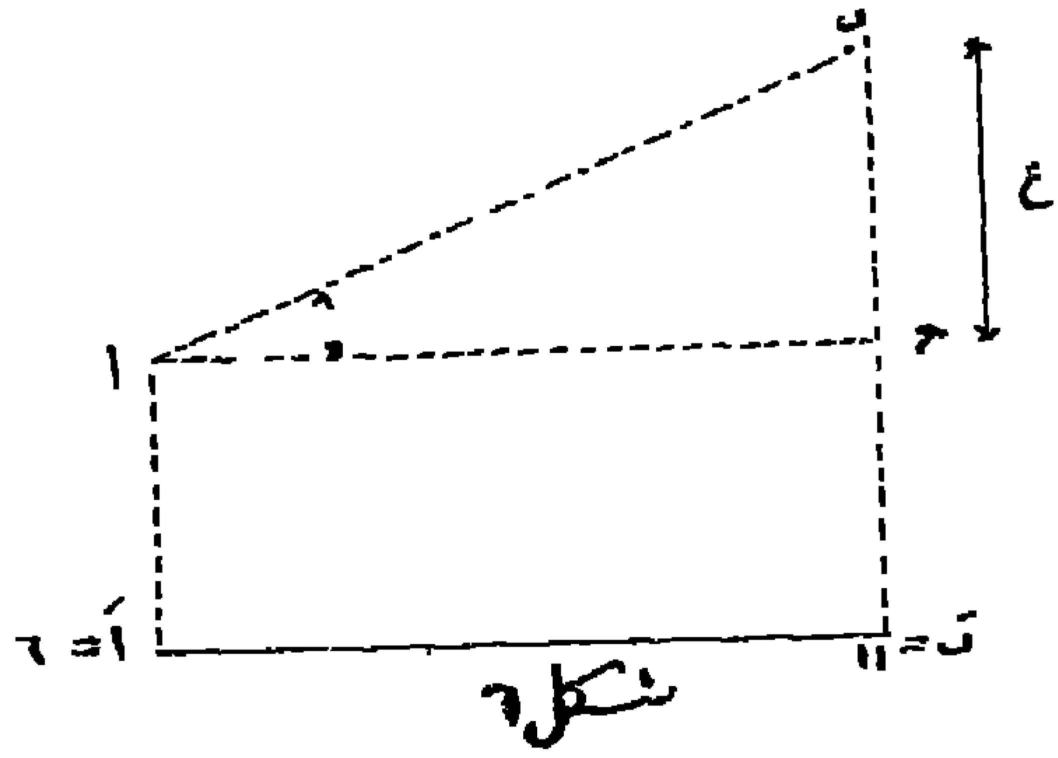


شكل ٥

مثال ذلك ـ ليكن مستقيم (أَ = ٥ر٩ ، تَ = ٦) فالبعد الافقى هو المستقيم أَتَ ويكون طوله ءَ = ١٠ مليمتر فى هذا المقياس الذى هو ٢ مليمتر لكل متر ويعلم ذلك بواسطة القياس

البعد الرأسى - يسمى بعد رأسى لنقطتين الفرق بين رقميها بالنسبة لمستوى واحد ويرمز عادة لهذا البعد بالرمز ع ليتذكر انه ارتفاع نقطة بالنسبة لأخرى فبالنسبة للمستقيم اَ تَ يكون البعد الرأسى ع= ٩٫٥-٦= ٣٫٥

نبذة ٣١ ميل مستقيم - ميل مستقيم هو النسبة بين البعد الرأسى والبعد الافقى لنقطتين من نقطه ويمكن ان يقال أن ميل مستقيم هو خارج القسمة الذى يحصل عليه بقسمة الفرق بين رقمى نقطتين من نقطه على البعد بين مسقطيها الأفقيين



وعادة يرمز للميل بالرمز م وحينئذ يكتب $م = \frac{ع}{ د}$

ولتقدير الميل يلزم قياس اَ تَ بواسطة مقياس الرسم وليكن دَ = ١٥ وبما أن ع = ١١-٥ = ٦ فيكون

$م = \frac{٦}{١٥} = ٠٫٤٠$

ويعلم مما سبق أن الميل غير متعلق باتجاه المسقط الأفقى اَ تَ على مستوى المقارنة

نبذة ٣١ تنبيه - ميل اى مستقيم هو ظل الزاوية التى يصنعها المستقيم المذكور مع مستوى المقارنة لأنا لو فرضنا المستقيم (اَ = ٥ ، تَ = ١١) فبتطبيق المستوى المسقط للمستقيم يحصل اب الذى هو الطول الحقيقى للمستقيم الفراغى ثم نمد اح موازى اَ تَ شكل ٦ فالفرق بح بين الاحداثيين هو الارتفاع الرأسى لنقطة ب فوق نقطة ا أعنى أن بح = ع

وتكون الزاوية ب اح هى الزاوية التى يقاس بها ميل المستقيم على مستوى المقارنة وظلها يعلم من $\frac{بح}{اح}$ أو $\frac{ع}{د} = م$

وفى الاشغال العملية يحول المقدار السابق وهو $\frac{ع}{د} = م$ الى $\frac{١}{\frac{د}{ع}} = م$ ليعلم الميل بالسرعة ففى المثال السابق $م = \frac{٦}{١٥} = \frac{١}{\frac{١٥}{٦}} = \frac{١}{٢٫٥٠}$

يعلم من ذلك أنه للصعود بقدر متر على المستقيم يلزم قطع مسافة افقية قدرها ٢٫٥ متر التى هى عبارة عن المعدل

نبذة ٣٢ المعدل - البعد بين المسقطين الافقيين لنقطتين يكون فرق رقميهما مساويا للوحدة يسمى المعدل وأحيانا يسمى المسافة

المعدل عكس الميل لأنه فى حالة ما يكون الفرق بين رقمى نقطتين متر واحد يكون ع = ١ ، دَ = مُ على حسب التعريف وحينئذ يؤول القانون $م = \frac{ع}{د}$ الى $م = \frac{١}{مُ}$ وهو المطلوب

أعنى أن الميل والمعدل كميتان متعاكستان وحاصل ضربهما يساوى الواحد

والمعدل هو ظل تمام الزاوية التى يصنعها المستقيم مع مستوى المقارنة أو ظل الزاوية التى يصنعها المستقيم مع الخط الرأسى

مثال ذلك شكل ٦ $مُ = \frac{دَ}{ع} = \frac{اح}{بح} = ظتا ا = ظا ب$

وباعتبار المعالم الرقمية لنقطتى ا ، ب من نقط المستقيم (اَ = ٥ ، تَ = ١١) يكون $مُ = \frac{١٥}{٦} = ٢٫٥٠$

ولأجل

ولاجل التحقيق يلزم ان يكون حاصل ضرب م فى م مساويا للوحدة وذلك حقيقى لأن ٤٠ر٠ × ٥٠ر٢ = ١

١٣٣ـ المعلوم المسقط أ َ تَ لمستقيم ورقم احدى نقطه أ َ = ٦ر٥ والمطلوب تعيين رقم نقطة ثانية من المستقيم بحيث يكون له ميل معلوم $\frac{٥}{١٢}$

لذلك يقال أن معدل المستقيم المعلوم هو $\frac{١٢}{٥}$ فاذا أخذ بالابتداء من نقطة أ َ على أ َ تَ طول أ َ حَ = ٥ مرات المعدل أعنى يساوى مقام الميل وهو ١٢ فالبعد الرأسى للنقطة المتحصل عليها ونقطة أ َ يساوى ٥ وحينئذ يكون رقمها ٦ر٥ + ٥ = ٦ر١١ أو ٦ر٥ - ٥ = ٦ر١ على حسب ما يكون الميل فى احدى الجهتين أو فى الجهة الأخرى

فاذا كان مقام الكسر الدال على الميل كبيرا جدا بحيث يصعب أخذه على مسقط المستقيم فيقسم حدا الكسر على عدد واحد ويجرى الحل كما أجرى سابقا

١٣٤ـ مقياس ميل مستقيم ـ مقياس ميل مستقيم هو المسقط الافقى الذى تعلم عليه النقط ذات الأرقام المدوره (الصحيحة)

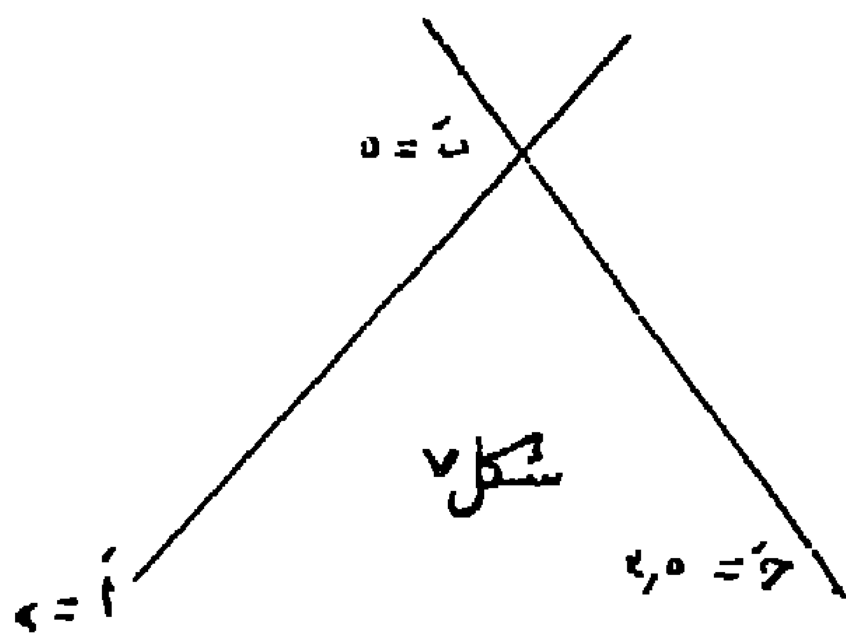
أثر مستقيم ـ أثر مستقيم هو النقطة الذى يقابل فيها المستقيم مستوى المقارنة وحينئذ يكون هو النقطة الموجودة على المستقيم التى رقمها صفر

١٣٥ـ الأوضاع المختلفة للمستقيم بالنسبة لمستوى المقارنة ـ المستقيم يمكن ان يكون مائلا على مستوى المقارنة أو موازيا له أو عموديا عليه

أولا ـ المستقيم المائل على مستو يبين بخط مستقيم وبرقمين مختلفين

ثانيا ـ المستقيم الموازى لمستوى المقارنة يكون افقيا والافقى يبين بخط مستقيم وبرقم نقطة واحدة حيث ان هذا الرقم واحد لجميع النقط ويمكن ان يوضع على نقطتين منه رقمان متساويات

ثالثا ـ المستقيم العمودى يكون مسقطه نقطة واحدة رقمها صفر وهى النقطة الذى يقابل فيها المستقيم المستوى هذا اذا كان المستقيم غير منتهه وأما اذا كان المستقيم محدودا فيكون للنقطة رقمان وهما رقما نهايتيه



١٣٦ـ المستقيمات المتقاطعه ـ المستقيمان يكونان متقاطعين اذا تقاطع مسقطاهما وكان رقم نقطة تقاطعهما واحدا بالنسبة لكل منهما فالنقطة (تَ = ٥) توجد على المستقيمين

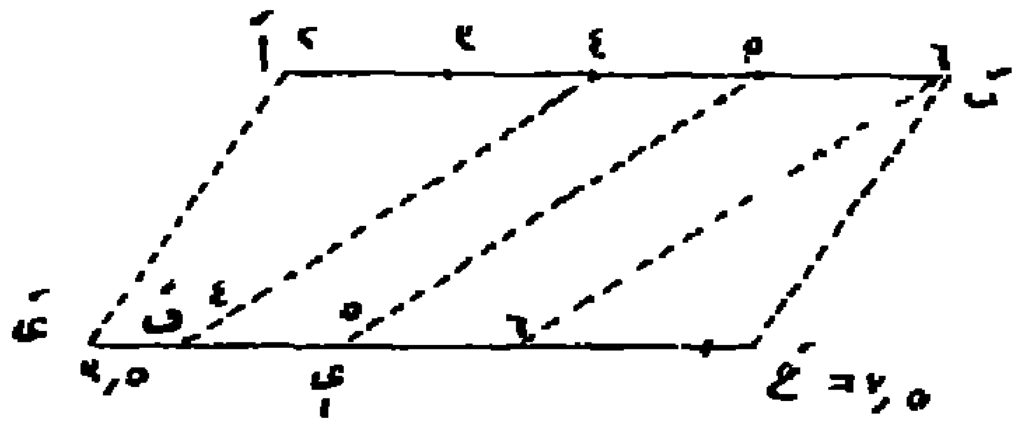
١٣٧ـ نظرية ـ المستقيمان المتوازيان مسقطاهما متوازيان وميلهما واحد

هذه النظرية مثبوتة فى الهندسة الوصفية وحينئذ يكون الميل $\frac{ع}{ق}$ واحدا لكل من المستقيمين

١٣٨ـ تنبيه ـ من تساوى الميلين ينتج تساوى المعدلين ١٣٢ـ

وحينئذ اذا أخذ ىَ حَ = أ َ تَ شكل ٨ فرق رقمى النقطتين ىَ ، حَ يكون مساويا لفرق رقمى النقطتين أ َ ، تَ وكذا يكون أ َ حَ = ق ى

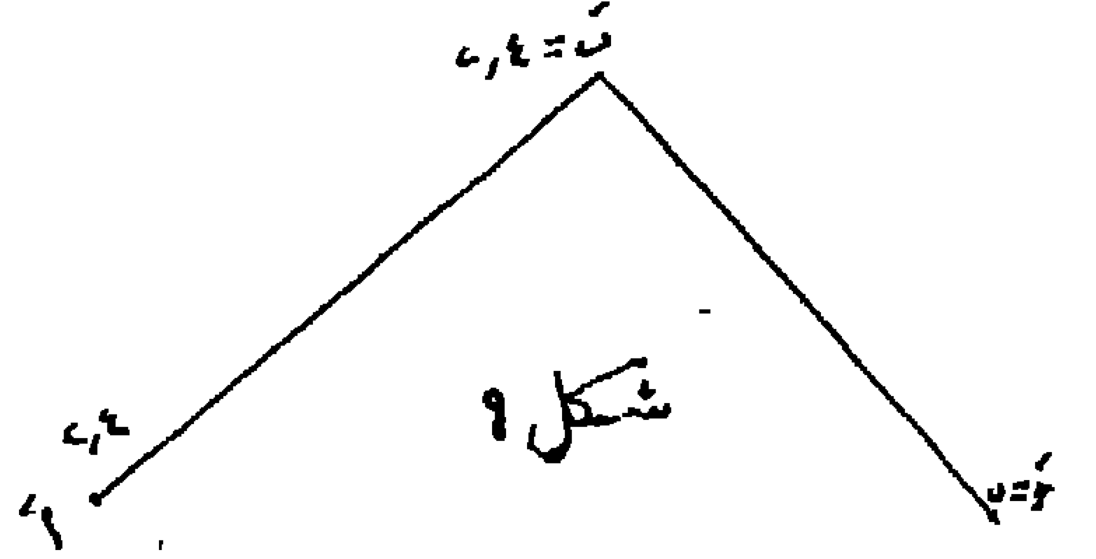
١٣٩ بالعكس ـ المستقيمان يكونان متوازيين اذا كان مسقطاها متوازيين وميلهما متساويين وتدريجهما في جهة واحدة


شكل ٨

أعني ان المستقيمين أب ، ء ح متوازيان لأن أ َبَ ، ءَ حَ متوازيان وميلهما $\frac{٦-٢}{أ َبَ}$ ، $\frac{٧،٥-٣،٥}{ءَ حَ}$ متساويان وان تدريج ى ف متحد الجهة مع أ َبَ (وهذان التدريجان متجهان من اليسار الى اليمين في المثال الحالي)

١٤٠ نظرية ـ كل مستقيم عمودي على افقي يكون مسقطه عموديا على مسقط الأفقي لأن الزاوية القائمة تنسقط على حقيقتها اذا كان أحد ضلعيها موازيا لمستوى المسقط وحينئذ يكون مسقطا المستقيمين المعلومين متعامدين هذا ما لم تكن الزاوية موجودة في مستوى رأسي أفقي هذه الحالة يكون مسقط أحد الضلعين نقطة

١٤١ وبالعكس ـ المستقيم يكون عموديا على افقي ما اذا كان مسقطه عموديا على مسقط الافقي


شكل ٩

ليكن المعلوم افقي مسقط على أ َبَ ومستقيم (ىَ = ٤،٣ ، حَ = ٥) مسقطه ىَ حَ عمودي على أ َبَ والمطلوب البرهنة على أن المستقيم ى ح عمودي على أب لذلك يقال ان المستوى المسقط للمستقيم ى ح عمودي على مستوى المقارنة ولزم ىَ حَ عمودي على مستقيم أ َبَ موجود في هذا المستوى حينئذ يكون هذا المستوى المسقط عموديا على أ َبَ وبالتبعية يكون عموديا على الموازى له اب (في الفراغ) أعني أن اب عمودي على المستوى الناشئ عنه ىَ حَ وحينئذ يكون عموديا على المستقيم ى ح المار بموقعه في هذا المستوى

الباب الثاني
مسائل على الخط المستقيم

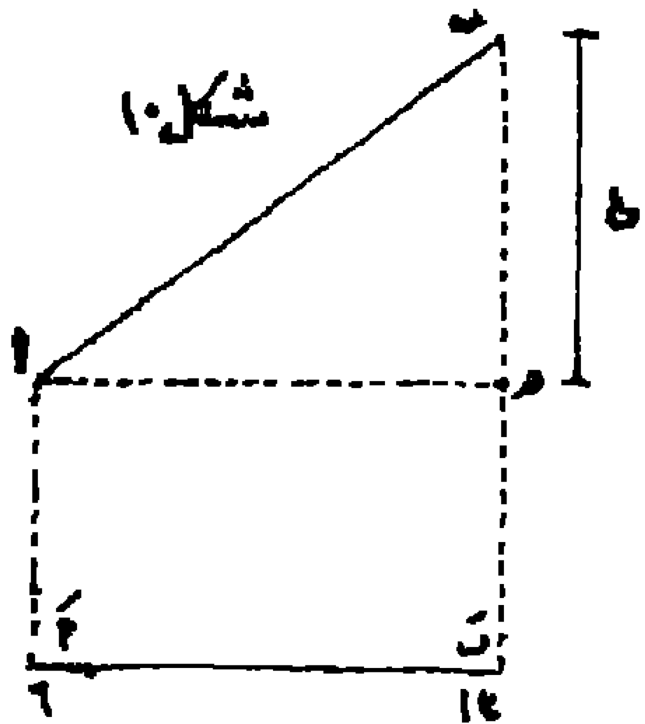
١٤٢ حل المسائل ـ أغلب المسائل يمكن حلها رسميا أو حسابيا

فلحل مسألة ما حلا رسميا تحول المعالم الرقمية بواسطة مقياس الرسم الى خطوط مستقيمة ويرجع غالبا العملية الانطباق وبهذه الواسطة يصير تحويل المسألة الأصلية لمسألة أخرى من مسائل الهندسة المستوية فيبحث عن حلها

ولحل مسألة حسابيا فتعوض المستقيمات المعلومة بالاعداد التي تدل على أطوالها ثم تستعمل القوانين المعروفة لحساب الأطوال المطلوبة والناتج يحول لخط مستقيم يكون طوله هو الذي يراد ايجاده اذا كان هناك لزوما

مسألة

١٤٣ المطلوب ايجاد الطول الحقيقي لمستقيم وايجاد الزاوية التي يصنعها مع مستوى المقارنة من بعد معرفة طول



طول مسقطه ورقمى نقطتى نهايتيه
فليكن المسقط المعلوم أَبَ (أَ = ٦ ، بَ = ١٣)
أولا – الحل بطريقة الرسم – لذلك يطبق المستقيم فى الوضع
اب بأن يؤخذ على العمودين أأَ = ٦ ، بَب = ١٣ فيكون اب
هو الطول الحقيقى للمستقيم المطلوب
وإذا رسم اح مواز أَبَ فالزاوية ب اح تكون هى الزاوية المطلوبة
ثانيا – الحل الحسابى – لذلك يقاس أَبَ بواسطة مقياس الرسم وليكن طوله ١٠ وحدات ، ع = ٧
فالمثلث القائم الزاوية ا ب ح يؤخذ منه

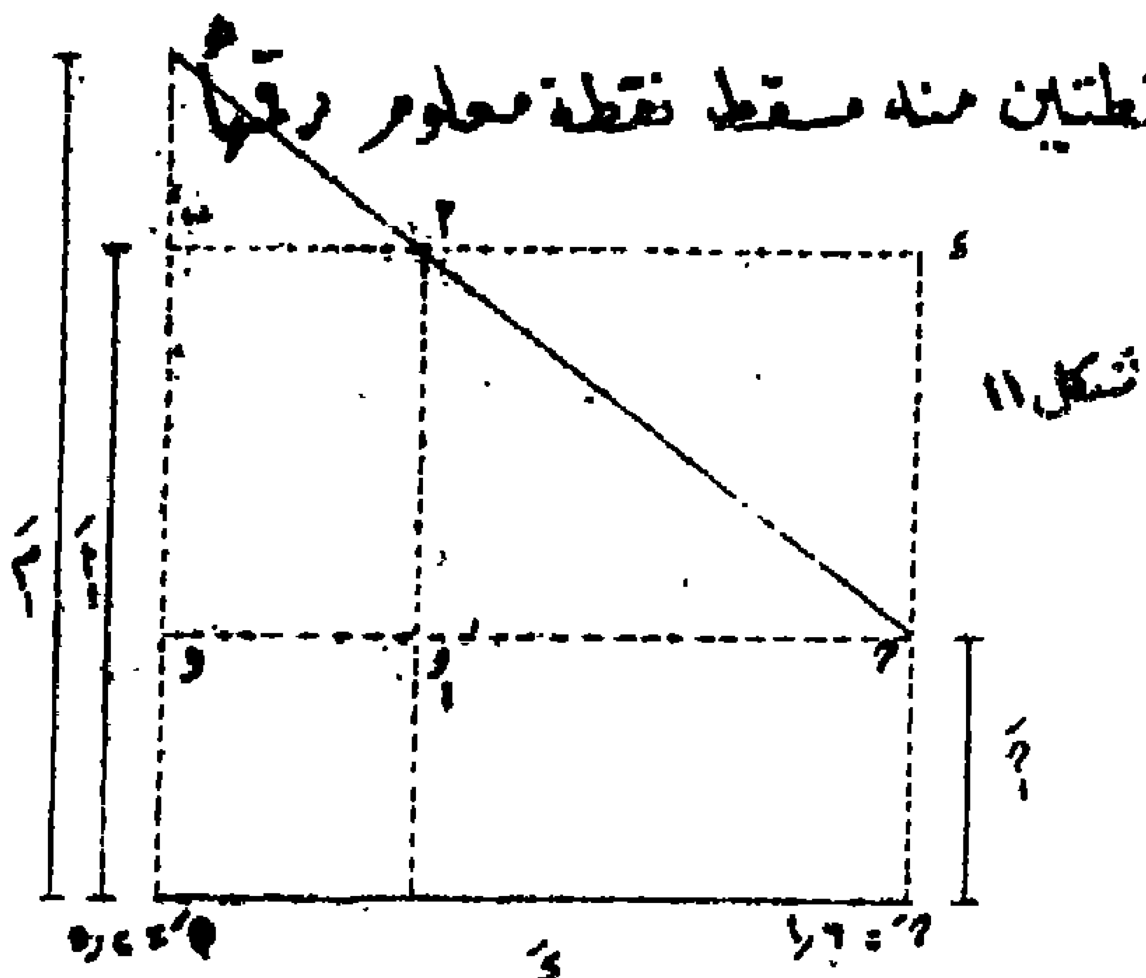
$$اب = \sqrt{(١٠)^٢ + (٧)^٢} = ١٢،٢٠$$

وعلى العموم يكون $اب = \sqrt{ل^٢ + ع^٢}$

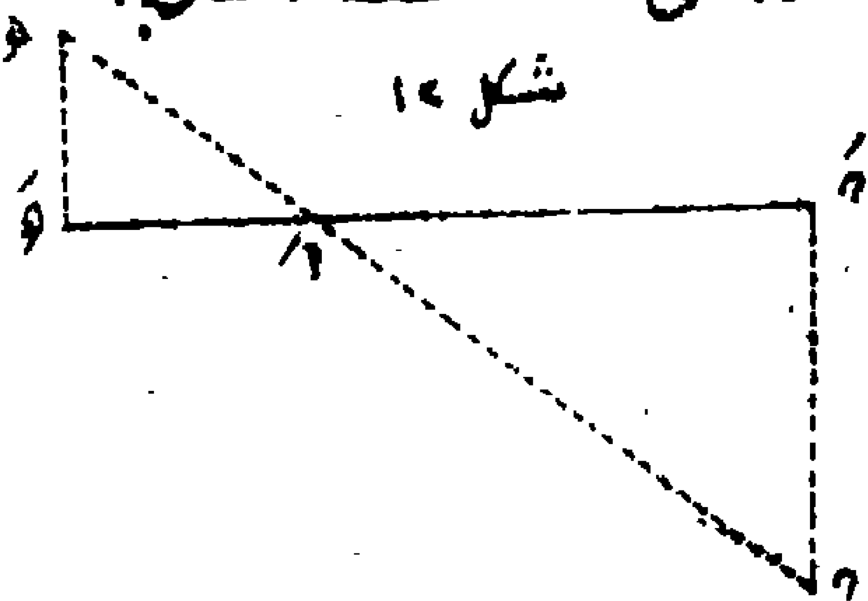
وظل زاوية ب ا ح $= \frac{ع}{ل} = \frac{١٣ - ٦}{١٠} = ٠،٧$

مسائل

١٤٤ – المطلوب ان يعين على مستقيم معلوم بمسقطه ورقمى نقطتين منه مسقط نقطة معلوم رقمها
لتكن هَوَ (هَ = ٥،٠ ، وَ = ١٦،١) المستقيم ، ٤ رقم النقطة المراد معرفة مسقطها

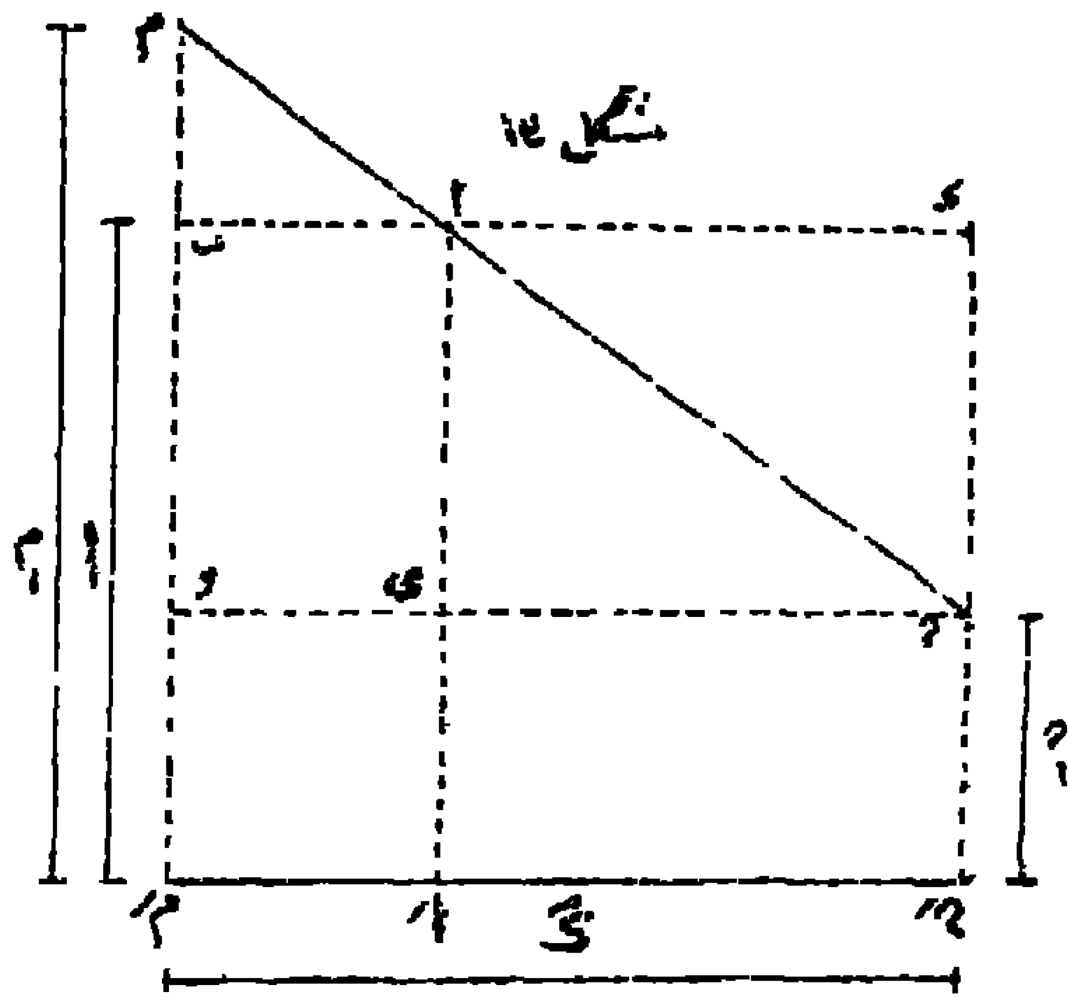


اولا – الحل بالرسم – نطبق المستقيم على هـ و بأن يؤخذ
هـ هَ = ٥،٠ ، وَو = ١٦،١ ، هَس = ٤ ثم يرسم الموازى س أ على
بعد سد = ٤ من هَوَ فالمسقط أأَ يعين المسقط الأفقى أَ
للنقطة المطلوبة
١٤٥ تنبيه – هـ ب هو فرق رقمى النقطتين هـ ، أ (شكل ١١) ، ود هو فرق رقمى نقطتى أ ، و ولكن معلوم
أن $\frac{اب}{اد} = \frac{هـب}{ود}$
حينئذ ينقسم ل الى اجزاء مناسبة للفروقات بين الارقام ومن ذلك يستنتج الرسم الآتى شكل ١٢
فيؤخذ هَهـ = (٥،٠ – ٤) ، وَو = (٤ – ١٦،١) ثم يوصل هـ و فتكون نقطة أ هو مسقط النقطة المطلوبة



١٤٦ – ثانيا – الحل الحسابى – لذلك يقاس ل بواسطة المقياس وليكن
ل = ٨،٤
ثم نرمز بالرموز أ ، م ، و لأرقام النقط أ ، م ، و
المسقطة على أَ ، مَ ، وَ
فالمثلثان القائما الزاوية م أ ب ، م و ح يحدث منهما

$$\frac{اب}{ود} = \frac{مب}{مو} \quad أو \quad \frac{مَأَ}{ل} = \frac{م - أ}{م - و}$$



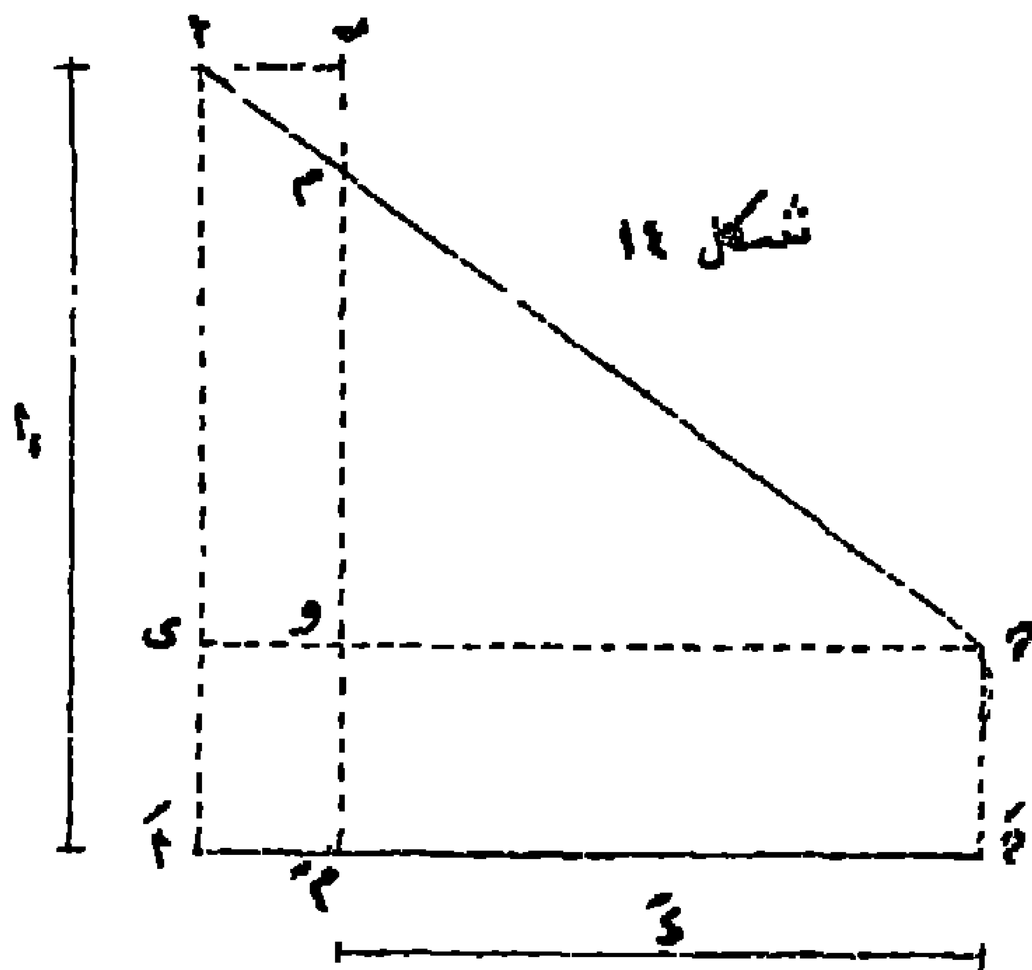
ومنه   م َا = ءَ (م١ − ١) / (م − هـ١)   [أ]

وفى المثال الحالى

م َا = ٤٫٨ (٥٫٢ − ٤) / (٥٫٢ − ١٫٦) = ١٫٦٠

ويحصل أيضا

هـ َا = ءَ (م١ − هـ١) / (م − هـ)   [ب]



س١٤٧ تنبيه ـ حينما يكون الرقم المطلوب ١ أكبر من م فالمسقط آ الجارى البحث عنه يكون على شمال نقطة مَ وهذا كما فى مثال شكل ١٤

فالمثلثات ب ١م ، وهـم يحدث منها

ب١ / وهـ = م ب / م و   أو

ا َم / ءَ = (١ − م) / (م − هـ١)

فيعلم ١ ـ م بدلا من م ـ ١

ولأجل ان لا يوجد سوى قانون واحد يكتب

آمَ = ءَ (م١ − ١) / (م − هـ١)

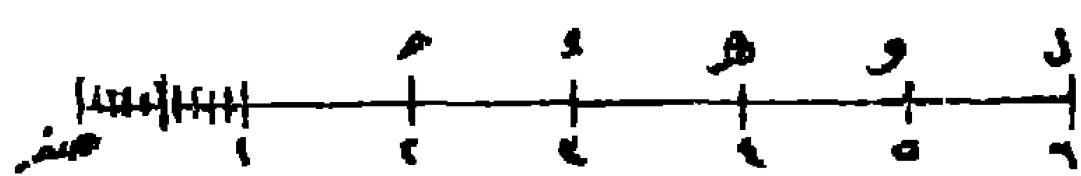
فالبسط يكون سالبا وحينئذ الناتج يكون مقرونا بعلامة ناقص وحينما توجد هذه الحالة الخصوصية يؤخذ المقدار المحسوب عن شمال نقطة مَ

ومثال ذلك انه لو كان الرقم المطلوب ٦ فيكون

٤٫٨ (٥٫٢ − ٦) / (٥٫٢ − ١٫٦) = − ١٫٠٦

عمل مقياس ميل مستقيم

س١٤٨ لاجل عمل مقياس ميل مستقيم يبحث عن فروقات ارقام نقط المقياس بحيث تكون دالة على ارتفاعات صحيحة متساوية وكل منها = ١ متر



فلاجل عمل مقياس ميل المستقيم الفراغى المحدود الذى مسقطه (حـو) ورقم نهايتيه (٢) ، (٥) شكل ١٥ يبحث عن مسقطى النقطتين المجهولتين ء ، هـ اللتين رقمهما (٣) ، (٤) المحصورتين بين (٢) ، (٥) ولذلك نقسم حـو ثلاثة اقسام متساوية بنقطتى ء ، هـ فتكونان مسقطى النقطتين المطلوبتين ثم تحدد نقط التقاسيم بابعاد متساوية من جهة اليسار لغاية النقطة التى رقمها (٠) فالخط المقسم بهذه الكيفية يسمى مقياس ميل المستقيم المفروض وعادة يقسمون القسم الأول منه الذى بجهة اليسار عشرة أجزاء متساوية تبين مساقط النقط التى رقمها دسيمترات ان كانت الوحدة المستعملة

هـ

فى المتر واما مساقط النقط التى رقمها اقل من ديسيمتر فتعين بالنظر

ملحوظات تتعلق بعمل مقياس ميل مستقيم

اولا - اذا كان رقم احدى النهايتين عددا صحيحا مثل (٢) ورقم النهاية الأخرى عددا كسريا مثل (٣،٥) واريد عمل مقياس ميل المستقيم نبحث عن مسقط النقطة التى رقمها (٥) فقط ثم نقسم المقياس كما تقدم

(ثانيا) - اذا كان رقما النهايتين عددين كسريين مثل (٣،٥) ، (٦،٢) نبحث عن مسقطى النقطتين اللتين رقمها (٣) ، (٤) و نمد تقاسيم المقياس من الطرفين كالمسافة الكائنة بين النقطتين الحادثتين اللتين رقمها ٣ ، ٤

(ثالثا) - اذا كان فرق رقمى نهايتى المستقيم < ١ متر بأن كان رقم احدى النهايتين ٤،٣ ورقم النهاية الثانية ٥

نبحث عن مسقط النقطة التى رقمها (٤) فقط ونمد تقاسيم المقياس من الطرفين مثل المسافة الكائنة بين مسقطى النقطتين اللتين رقمها ٤ ، ٥

رابعا - اذا كان فرق رقمى نهايتى المستقيم < ١ متر بان كان رقم احدى النهايتين ٤،٣ ورقم النهاية الثانية ٤،٢٠

نبحث عن مسقط النقطة التى رقمها ٤،٤ ونمد التقاسيم من الطرفين كالمسافة المحصورة بين النقطتين اللتين رقمها ٤،٣ ، ٤،٤ ثم نعين النقط التى ارقامها اعداد صحيحة

مسئلة

١٤٩ المطلوب معرفة رقم نقطة معلوم مسقطها أ

شكل ١٦

اولا - رسميا - نعمل عملية انطباق المستقيم ثم نمد العمود أ ا ونقاس هذا الخط بواسطة مقياس الرسم

ثانيا - حسابيا - قد وجدنا

ء أ / ع = (م − ا) / (م − ء) (١٤٦)

ومنه

ا = م − مَ أَ (م − ء) / عَ [ى]

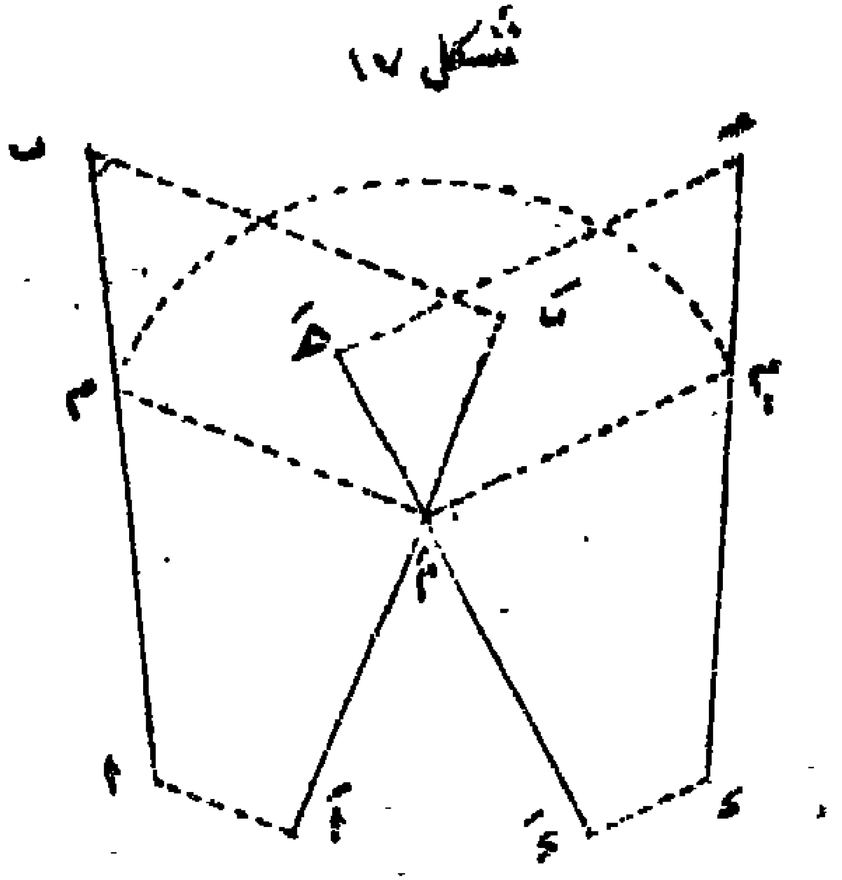
ثم يقاس مَ أَ ، ءَ ولكن مَ أَ = ٣،٢ ، ءَ = ٤،٨ فيكون

ا = ٥،٢ − (٣،٦ × ٣،٢) / ٤،٨ = ٢،٨٠

مسئلة

١٥٠ المطلوب معرفة ما اذا كان مستقيمان متقاطعين وتعيين نقطة تقاطعهما ان وجدت

المستقيمان يكونان متقاطعين اذا كانت النقطة المشتركة بين مسقطيهما لها رقم واحد سواء اعتبرت من نقط الأول أو من نقط الثانى



فلنفرض أن مسقطى المستقيمين هما أ ت، حـ ى المعلومة ارقامهما

أولا - رسميا لذلك نطبق المستقيمين على ا ب، حـ ى ولأجل

ان يكون المستقيمان متقاطعين يلزم ان يكون م م = م م

ثانيا حسابيا - حيث معلوم رقما نقطتى أ، ت فيحسب رقم

نقطة م (مسئلة ١١٩) وكذا بعد معرفة رقما نقطتى حـ، ى يحسب

رقم نقطة م وحينئذ يكون المستقيمان متقاطعين اذا كان

الرقمان المتحصل عليهما متساويين

تنبيه - الحالة الاكثر أهمية فى العمل هى التى يكون فيها المستقيمان متحدا المسقط

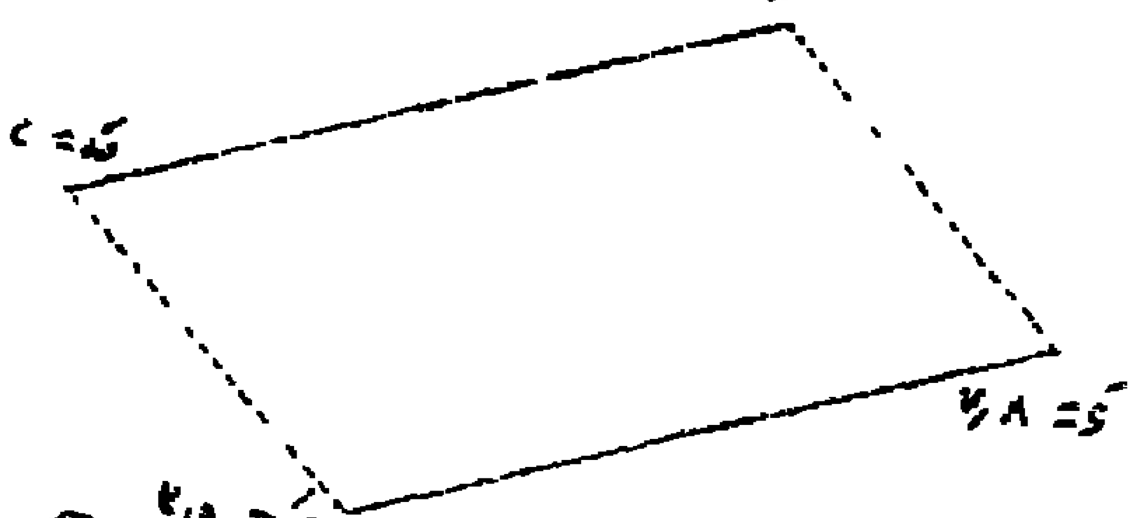
مسئلة

مسئلة المطلوب رسم مستقيم يوازى مستقيم معلوم من نقطة معلومة

المستقيمان المتوازيان مسقطاهما متوازيان وميلهما متساويان وتدريجهما فى جهة واحدة (مسئلة ١٣٩)

حينئذ يلزم رسم مسقط موازى للمسقط المعلوم وتدريج المستقيم

كما سبق



مثلا ليكن المطلوب مد من نقطة أ = ٣٫٥ مستقيم مواز لـ ت حـ

(ت = ٢، حـ = ٦٫٣)

فيرسم من نقطة أ مستقيم مواز ت حـ ويؤخذ أ ى = ت حـ ويعطى لنقطة ى منسوب نقطة أ مضافا

اليه (حـ - ت) وعليه فيكون رقم نقطة ى هو

٣٫٥ + (٦٫٣ - ٢) أو ٧٫٨

مسئلة

شكل ١٩ ت = ٤٫٢ أ = ٤٫٢ حـ = ٥

مسئلة المطلوب رسم مستقيم عمودى على آخر افقى من نقطة معلومة

ليكن (أ ت = ٤٫٢)، (حـ = ٥) المستقيم الافقى والنقطة المعلومة

فيرسم من نقطة حـ مستقيم حـ ت عمودى على مسقط الافقى المعلوم (مسئلة)

ولتكن ت موقع هذا العمود فرقم النقطة المذكورة هو ٤٫٢ وحينئذ

يكون المستقيم حـ ت معينا لأن

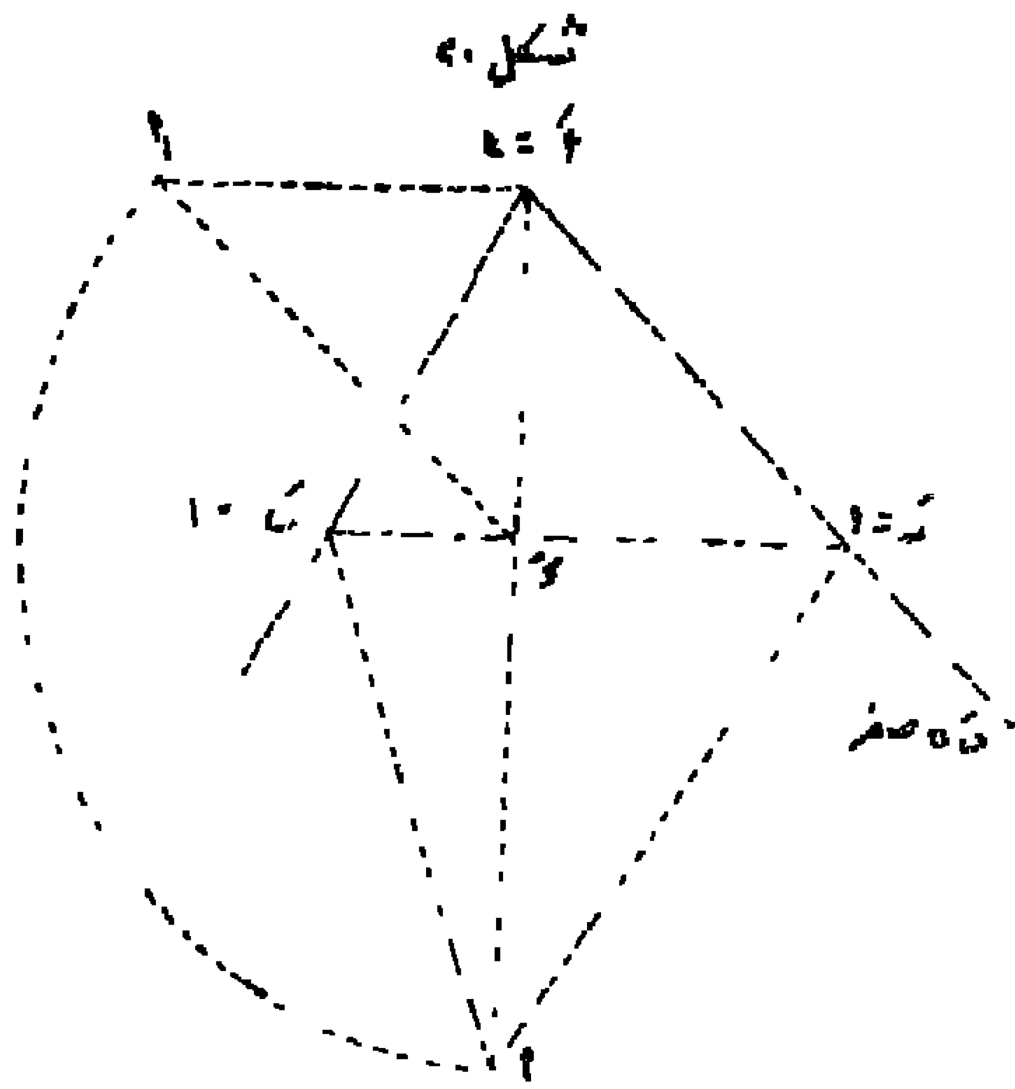
(ت = ٤٫٢، حـ = ٥)

مسئلة

مسئلة المطلوب تعيين زاوية مستقيمين

لذلك يلزم تطبيق مستوى المستقيمين على مستوى المقارنة وحينئذ تنطبق الزاوية بحقيقتها على مستوى

المقارنة



ولتطبيق المستوى المذكور يعد أحد افقيات المستوى ثم من رأس الزاوية يرسم مستقيم عمودى على الافقى المذكور ثم يدور هذا العمود الى ان يصير فى المستوى الافقى الموجود فيه الخط الافقى الذى صار رسمه

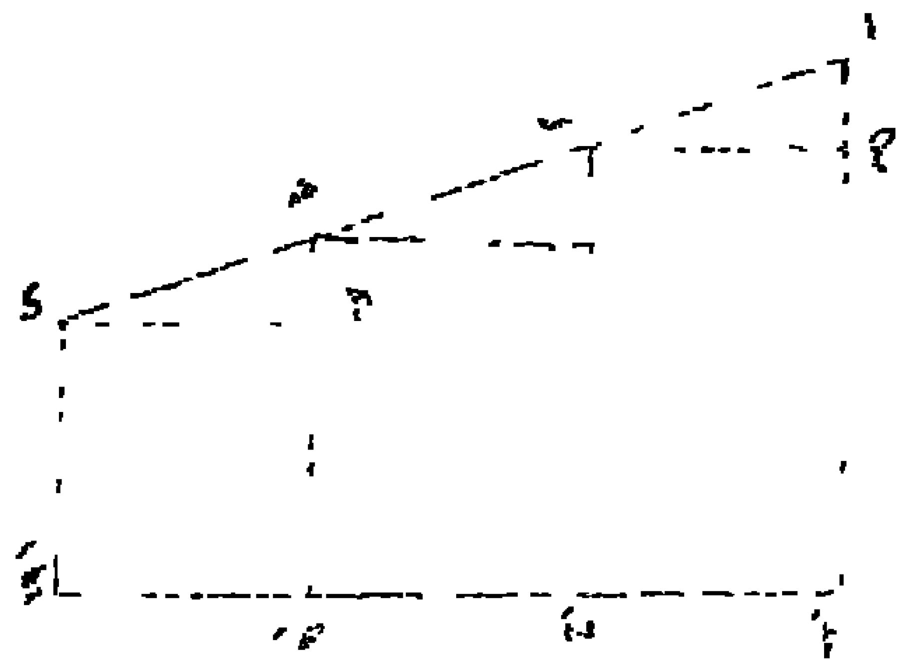
فليكن المستقيمان آ ب ، آ د (آ = ٣ ، ب = ١) ، (آ = ٣ ، د = صفر) فيعين على آ د نقطة حـ يكون رقمها ١ (شكل ٩٠) فيكون ب حـ افقيا

ثم يرسم من نقطة آ العمود آ ى على ب حـ فنقطة ى يكون رقمها ١ والمقدار الحقيقى للمستقيم (آ = ٣ ، ى = ١) هو وتر مثلث قائم الزاوية أحد اضلاعه آ ى والفرق (٣ ـ ١) هو الضلع الثانى

فيلزم حينئذ ان يقام العمود آ آ يساوى وحدتين من مقياس الرسم فيكون آ ى هو الطول الحقيقى للعمود ويلزم ان يؤخذ ى آ بالابتداء من نقطة ى الى نقطة ا وبذلك نتوصل على الانطباق ب ا د للمثلث المكون من الثلاث نقط (آ = ٣) ، (ب ، د = ١) فتكون ا هى الزاوية المطلوبة .

تنبيه ـ بواسطة الانطباق يمكن حل جميع المسائل المتعلقة بالهندسة المستوية

نظرية ـ نسبة فروقات ارقام النقط الى بعضها كنسبة مساقط الاجزاء المحصورة بينها أعنى أن نسبة فروقات ارقام النقط ا ، ب ، حـ ، د التى هى الارتفاعات



ا حـ ، ب و ، حـ هـ الى بعضها كنسبة مساقط الاجزاء اب ، ب حـ ، حـ د وهى آ ب ، ب حـ ، حـ د الى بعضها

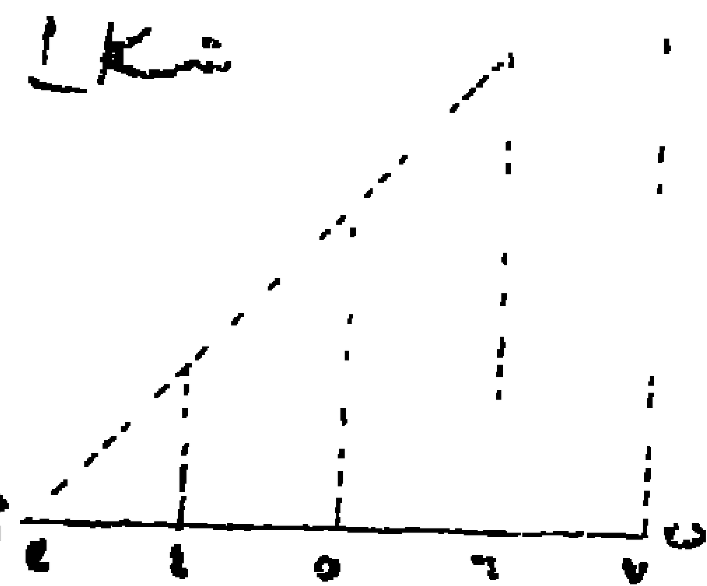
والبرهنة على ذلك يقال ان المثلثات ا حـ ، ب و ، حـ هـ ى القائمة الزوايا متشابهة ومنها يحدث

ا حـ : و ب : حـ هـ :: آ ب : ب حـ : حـ د

وينتج من ذلك انه اذا كانت فروقات ارقام النقط متساوية تكون مساقط الاجزاء المحصورة بينها متساوية

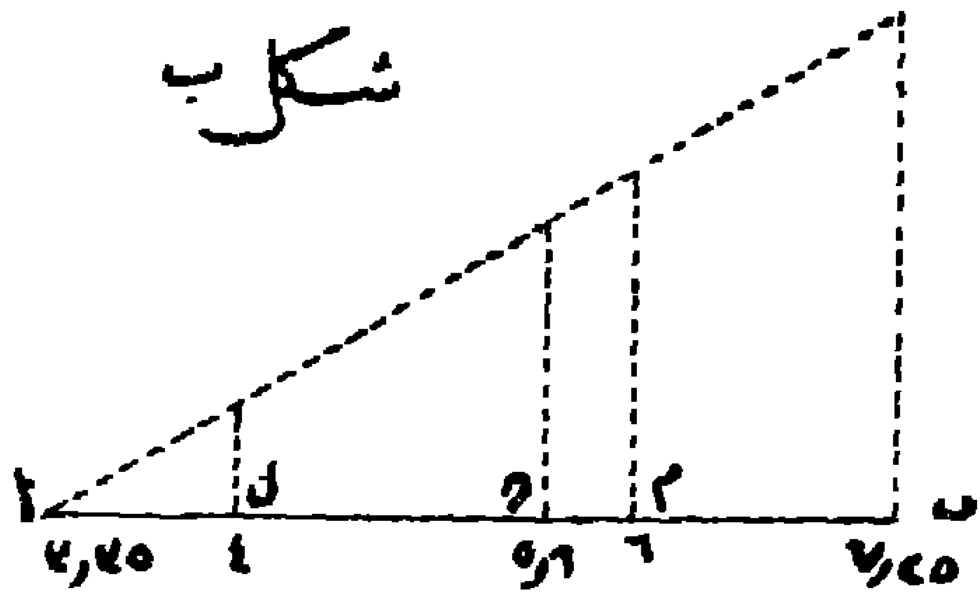
مثالات

الاول ـ المطلوب معرفة مساقط النقط الثلاث التى ارقامها ٤ ، ٥ ، ٦ المحصورة بين النقطتين المعلومتين اللتين مسقطيهما ا (رقم ٣) ، ب (رقم ٧) من مستقيم واحد مسقطه ا ب



لذلك يقال حيث علم ان فروقات أرقام النقط متساوية تكون الاجزاء المحصورة بينها وكذا مساقطها متساوية فبناء عليه نقسم المسقط ا ب الى أربعة اقسام متساوية بالنقط حـ ، د ، و فتكون هى مساقط النقط الثلاث المطلوبة

المثال المطلوب معرفة مساقط النقط الثلاث التى ارقامها (٤)،(٦ر٥)،(٦) المحصورة بين النقطتين اللتين مسقطاها ا رقم (٣ر٢٥) ، ب رقم (٧ر٢٥)



لذلك يقال حيث ان فروقات ارقام النقط مختلفة تكون مساقط الاجزاء المحصورة بين تلك النقط مناسبة لفروقات ارقام النقط المذكورة

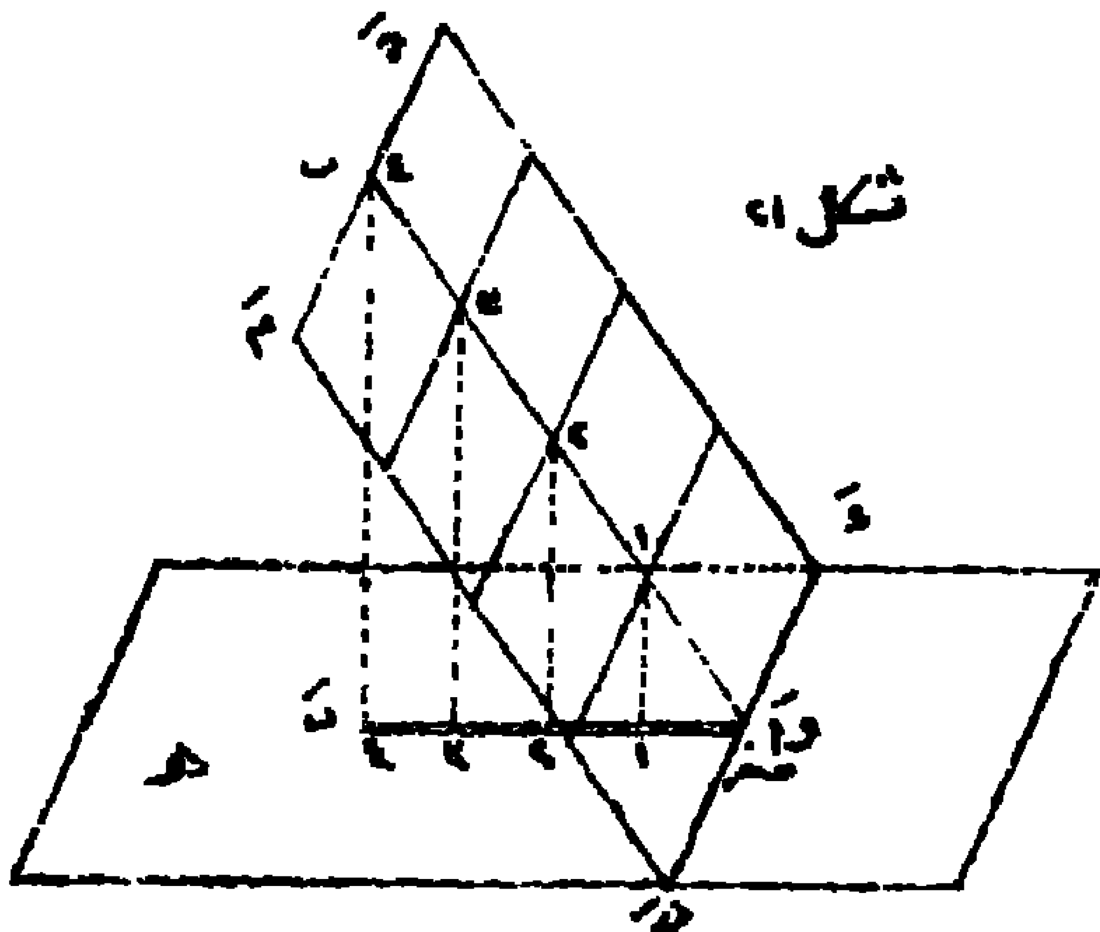
فبناء عليه نقسم المسقط اب الى اربعة اجزاء مناسبة للفروقات الاربعة المذكورة بالنقط ل،ه،م فتكون هى مساقط النقط الثلاث المطلوبة

الباب الثالث

فى المستوى

بيان المستوى ونظرياته

مسئلة طريقة بيان المستوى المستوى يبين فى طريقة المستويات الرقمية اما بافقيين مرقومين او بخطه الاعظم ميل [لانه يبين زاوية ميل المستوى المعلوم على مستوى المقارنة]



الخط الاعظم ميل يكون عموديا على افقيات المستوى

ليكن مستوى ح قاطعا لمستوى المقارنة و على حسب حَ ءَ فكل افقى يكون موازيا للاثر حَ ءَ وبما ان الخط الاعظم ميل وهو اَ بَ عمودى على الاثر حَ ءَ فيكون عموديا على كل افقى وبمثل ذلك يكون المسقط ا ب للخط الاعظم ميل عموديا على المساقط حَ ءَ .... ، مَ هَ لافقيات المستوى

تنبيه (١) ـ الخط الاعظم ميل لمستوى يمكن مده من نقطة حيثما اتفق من المستوى لان المتوازيات حَ مَ ، وب ، ءَ هَ ..... ميلها واحد وحينئذ يكون تدريجها واحد

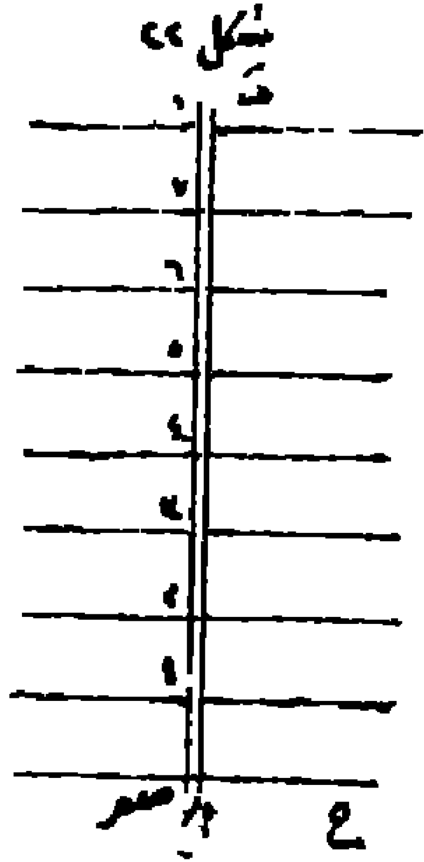
تنبيه (٢) ـ افقيات المستوى هى خطوط تقاطعه بمستويات افقية وجميع افقيات اى مستوى خطوط متوازية

قلنا ان المستوى يتعين بافقيين مرقمين من افقياته

و هذان الافقيات يتعينا ن بعمود مشترك يرقم عليه نقطتا التقابل وبهذه الكيفية يمكن ان يعين المستوى بمستقيم مرقم فى نقطتين

فالخط ا ب (٧ ، ٥) شكل ك يعين الافقيان ٥، ٧ العموديان على اتجاهه وهو الذى يعين وضع المستوى فى الفراغ

١٥٥ مقياس ميل المستوى - مقياس ميل مستوى هو مقياس خطه الاعظم ميل ويبين بخطين متوازيين لتميزه عن الخطوط المعتادة لأن الافقيات لا ترسم



فبما ان المسقط أَ تَ لخط الاعظم ميل عمودى على افقيات المستوى فينتج من ذلك ان أَ تَ يكفى لوصف المستوى ح لانه يمكن مد افقيات بقدر ما يراد

١٥٦ تنبيه - المستوى يمكن بيانه بمستقيمين متوازيين أو مستقيمين متقاطعين ومن المفيد اجراء العمل مباشرة على المعالم بدون الاستعانة لمقياس الميل الأعظم

١٥٧ أوضاع المستوى - المستوى يمكن ان يشغل ثلاثة أوضاع بالنسبة لمستوى المقارنة فاما أن يكون مائلا على المستوى المذكور واما ان يكون موازيا له أو عموديا عليه

أولا - المستوى المائل يبين بمقياس ميله أو بمستقيمين متقاطعين أو متوازيين

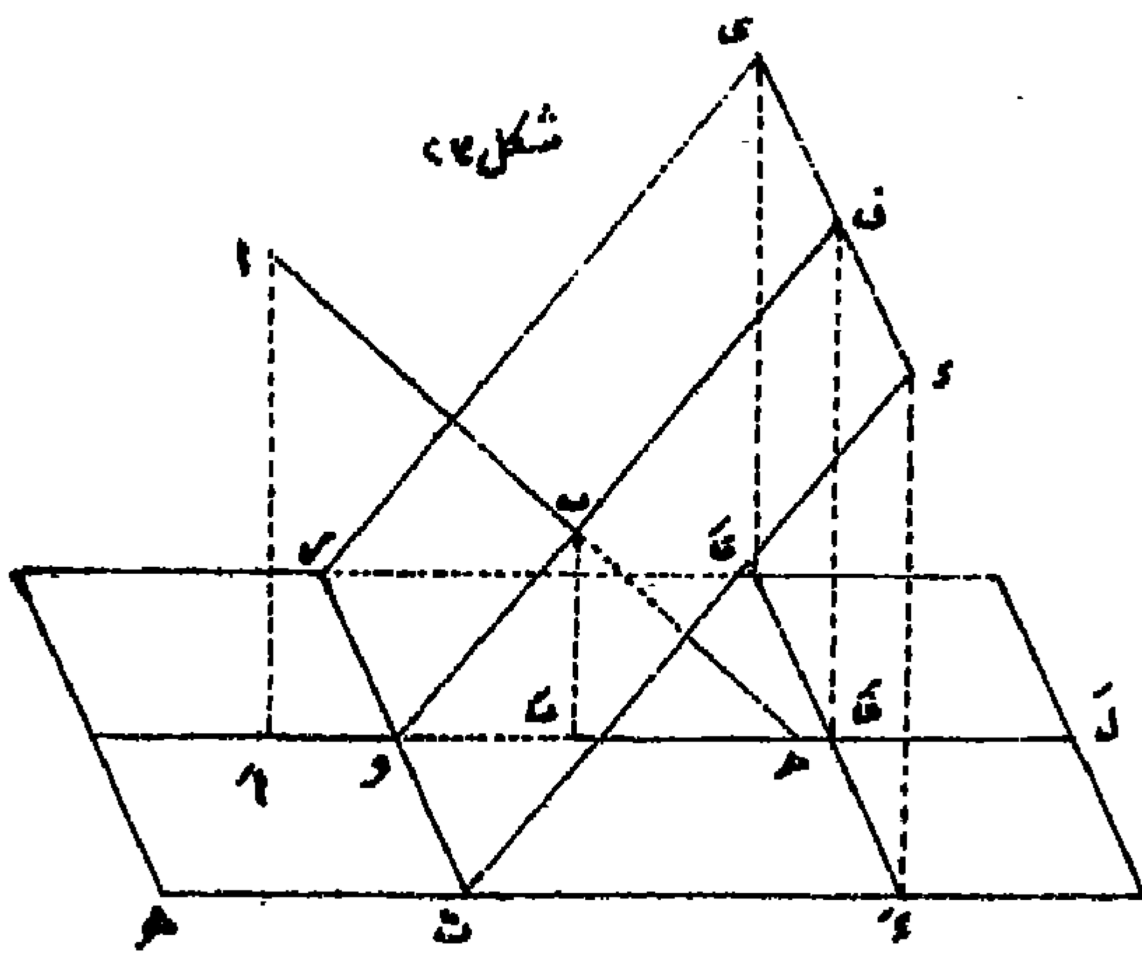
ثانيا - المستوى الموازى لمستوى المقارنة يكون افقيا وجميع نقطه يكون رقمها واحد ففى هذه الحالة يبين بمقياس مرسوم فى اتجاه حيثما اتفق ولا يكون له سوى رقم واحد

ومع ذلك فيمكن بيان المستوى الافقى الذى رقمه ٥ هكذا (ح = ٥)

ثالثا - المستوى العمودى يبين بأثره ولا يكتب عليه ولا رقم لأن جميع افقياته يكون مسقطها واحد وكذا جميع الخطوط المرسومة عليه

نظــــرية

١٥٨ - اذا كان مستقيم عمودى على مستوى فالمسقط الافقى له يكون عموديا على مساقط افقيات هذا المستوى



ليكن المستقيم ا د عموديا على المستوى ح ولكن ت س أثر المستوى ح على مستوى المقارنة الافقى ثم نبين المسقط أَ دَ للعمود والمسقط ءَ ىَ لافقى حيثما اتفق ء ى فمن المعلوم ان المسقط أَ د يكون عموديا على الاثر ت س حينئذ أَ دَ يكون عموديا على المسقط ءَ ىَ لافقى حيثما اتفق لأن المستقيمين ت س ، ء ى متوازيان وحينئذ يكون المستقيمان ت س ، ءَ ىَ كذلك وهو المطلوب

تنبيه أول - المسقطان أَ تَ ، تَ فَ للمستقيم ا ب العمودى على المستوى وللخط الاعظم ميل ب ف الممتد من نقطة ب يوجدان على استقامة واحدة

لأن الخط الاعظم ميل س ف عمودى على افقيات المستوى حينئذ المستوى ا س ف يكون عموديا على افقيات المستوى وعليه فيكون عموديا على الأثر ت س

وبناء على ذلك يكون الأثر أ و ت ل عموديا على ت س وحينئذ يكون أ ل ، ت ل على اتجاه واحد

ثانيا ـ لخط الاعظم ميل و د والعمود س د الممتد من نقطة س على المستوى هما ضلعا المثلث و د س القائم الزاوية ومسقطاهما و ت ، ت س هما الجزآن المحدودان على الأثر بالمستقيم س ت العمودى على مستوى المقارنة لأن المستقيم س د عمودى على جميع الخطوط المارة بموقعه داخل المستوى ح وحينئذ يكون س د عموديا على المستقيم س و ذو الميل الاعظم الممتد من موقعه ب

وحينئذ لمعرفة الارتباط الواقع بين المسقطين ت د ، ت ولمستقيم عمودى على مستوى والمستقيم ذو الميل الأعظم يكفى اعتبار المثلث د س و القائم الزاوية

نظرية

١٥٩ـ اذا كان مستقيم عمودى على مستوى وخط الميل الأعظم مارين بنقطة واحدة ومحدودان بمستوى مسقط افقى

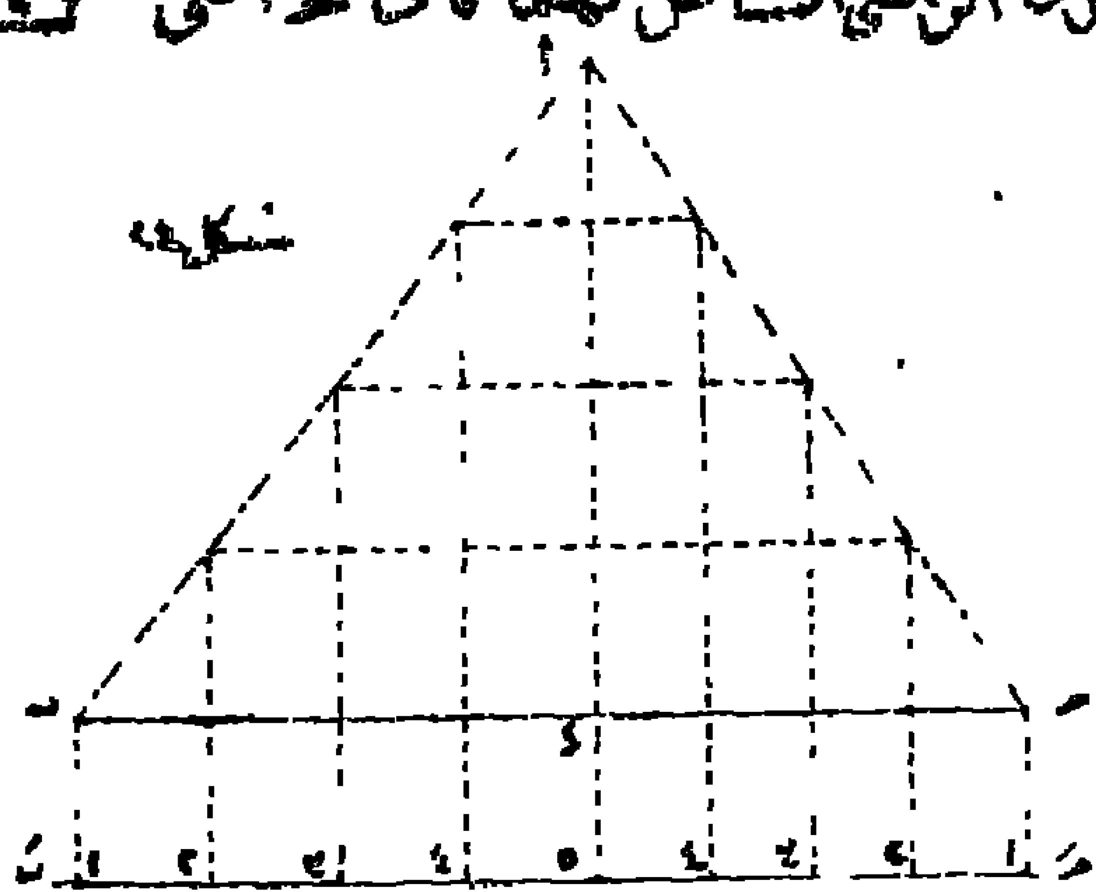
فأولا ـ مسقطاهما يوجدان على مستقيم واحد

ثانيا ـ ميل الأول يساوى معدل الثانى

ثالثا ـ أنه بالابتداء من نقطة التقاطع يكون التدريجان مختلفى الجهة

وبرهانه يقال أنه من المعلوم أن المستقيمين المذكورين يكونان متعامدين وموضوعان فى مستوى واحد رأسى وحينئذ يكفى اعتبار مستقيمين متعامدين

فلكن المستقيمان المتعامدان ا ب ، ا حـ مرسومين على المستوى الرأسى الشامل لهما ا س حـ افقى شكل (٤٤)



فأولا ـ بما أن المستقيمان موجودين فى مستوى مسقط واحد فمسقطاهما ت آ ، آ حَ يكونان على مستقيم واحد.

ثانيا ـ نزل العمود ا ى على الوتر فمن خواص المثلث القائم الزاوية يوجد

$$\frac{اى}{ى ب} = \frac{ى حـ}{ى ا}$$

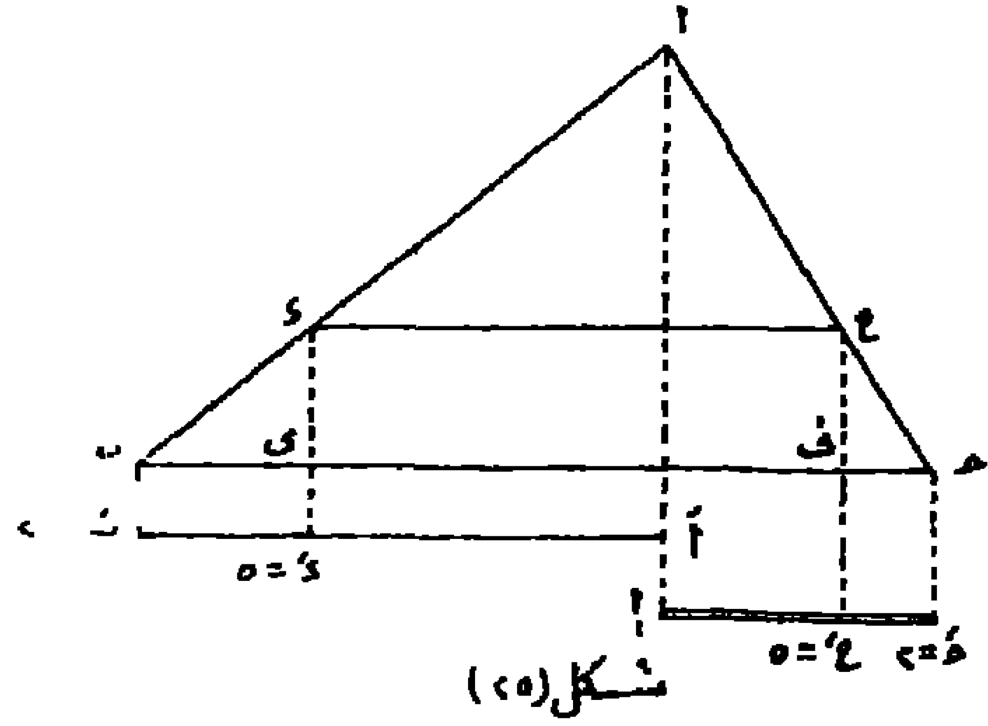
ولكن على حسب التعريف تكون النسبة $\frac{اى}{ى ب}$ هى ميل المستقيم ا ب ، $\frac{ى حـ}{ى ا}$ هو معدل ا حـ ولذلك حينئذ يكون ميل احدهما يساوى معدل الثانى

ثالثا ـ بالابتداء من نقطة آ التدريجان مختلفى الجهة وفى المثال الحالى الأرقام آخذة فى النقص من آ الى ت ومن آ الى حَ

تنبيه ـ حيث أن خطوط الميل الاعظم لمستو ما متوازيه فيكفى لبيان اى مستقيم عمودى على مستو ان يرسم مسقطه موازيا لخط الميل الاعظم للمستوى المفروض

مسئلة ١٦٠

١٦٠ د نظرية عكسية ـ المستقيم يكون عموديا على مستو اذا كان مسقطه موازيا لمسقط خط الميل الأعظم للمستوى وميل المستقيم الأول مساويا لمعدل المستقيم الثاني وتدريجيهما مختلفي الجهة



ليكن ت ى ، حَ حَ مسقطي مستقيمين موفيين للشروط المفروضة وأن ت ، حَ متحدي الرقم وكذا ى ، حَ وكان

$$\frac{ت ى}{ت ى} \text{ يساوى } \frac{حَ حَ}{٥-٢}$$

فاذا اسقطنا المستقيمين على مستو واحد موازٍ للمستويين الذين اعطيا ت ى ، حَ حَ وطبقنا المستوى المساعد فبما ان النقطتين ت ، حَ لهما رقم واحد فينشأ عنهما الافقي ب حـ وبما ان النقطتين ى ، حَ رقمهما واحد أيضا فيكون

ى ى = ٣ = ح ف

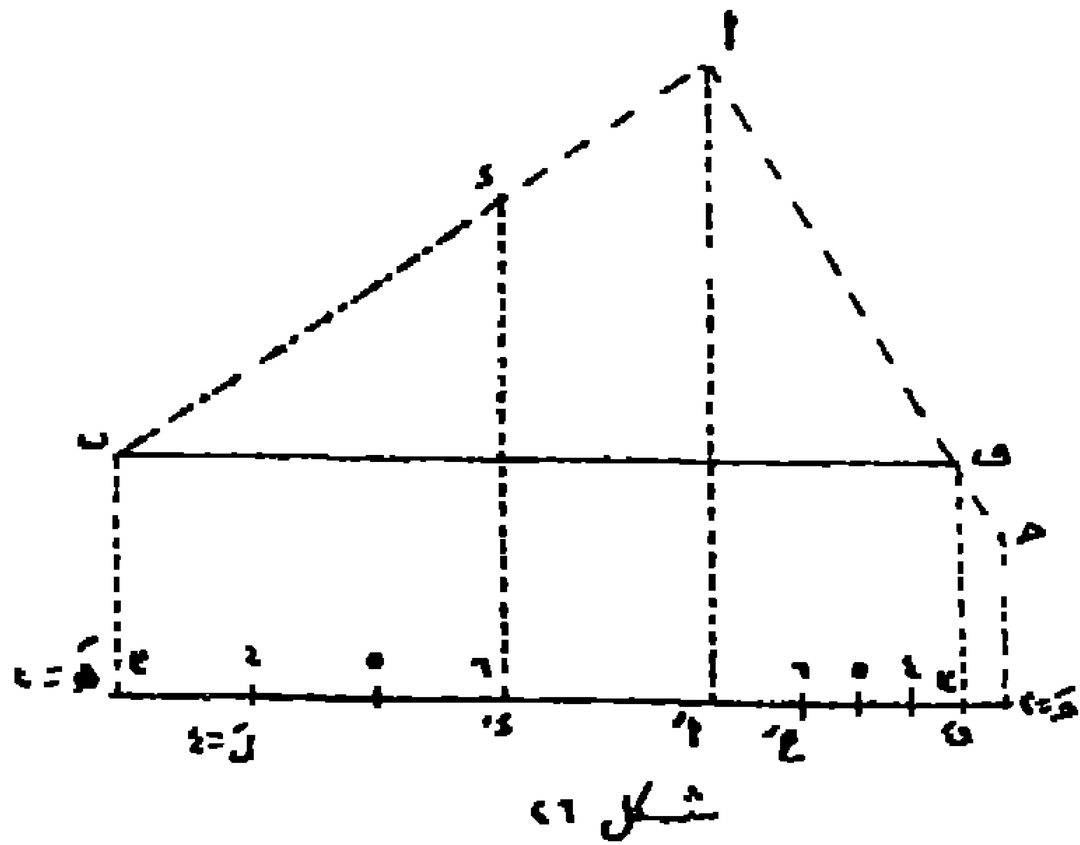
وبناء على شرط تساوى الميل والمعدل يوجد

$$\frac{ى ى}{ب ى} = \frac{حـ ف}{ح ف}$$

وحينئذ المثلثان القائما الزاوية ب ى ى ، ح ف حـ متشابهان حيث أنه موجود فيهما زاويتان متساويتان محصورتان بين اضلاع متناظرة متناسبة وبناء عليه تكون زاوية ب = حـ ح ف أعني ان زاوية ب متممة لزاوية حـ وحينئذ يكون المستقيم ب ى ا عموديا على المستقيم حـ ح ا وهو المطلوب

١٦١ د تنبيه ـ من النظرية السابقة تستنتج الطريقة الرسمية الآتية

اذا أريد أن يمد من نقطة (حَ = ٢) عمود على مستقيم (هَ = ٣ ، ىَ = ٦) مسقطه هَ ىَ يمر بنقطة حَ فيمكن الرجوع للطريقة الرسمية أو طريقة الحساب



الطريقة الرسمية ـ يطبق المستقيم والنقطة على ب ى ا حـ ثم ينزل العمود حـ ا ثم يدرج حَ اَ (١٥٤ د)

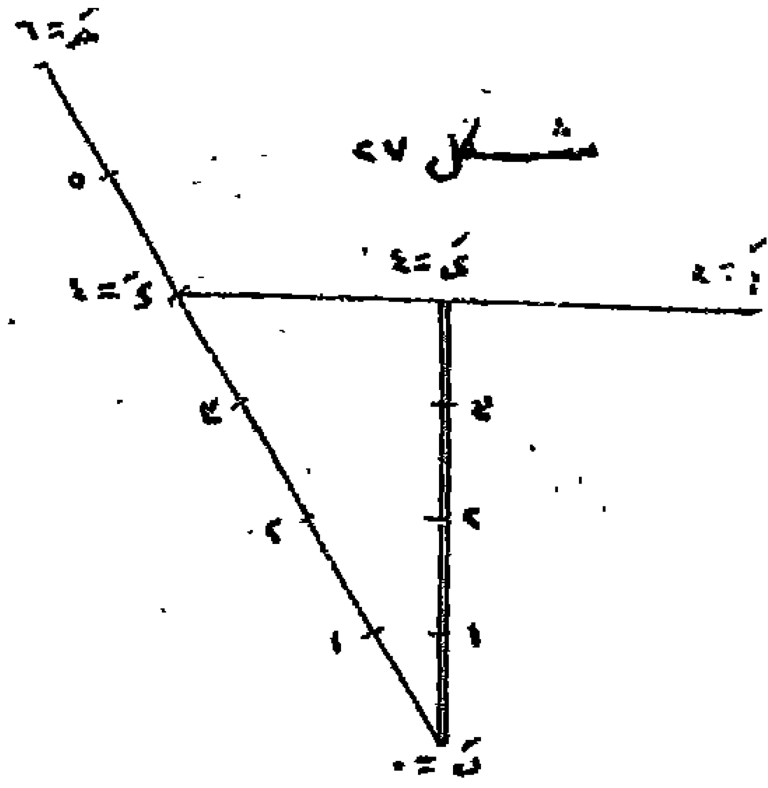
الطريقة الحسابية ـ حيث ان المسقط حَ اَ هو امتداد هَ ىَ ومعدله يساوى ميل هَ ىَ (١٥٦ د) فيكون

$$ىَ حَ = \frac{١}{هَ لَ}$$

الباب الرابع
مسائل على المستوى
مسئلة

١٦٢ د المعلوم مستوى بثلاث نقط والمطلوب تعيين زاوية ميله

لأجل ذلك يلزم ان نعاين أحد افقيات المستوى المعلوم بالثلاث نقط ثم من احدى النقط المعلومة ينزل عمود على هذا الافقى فيحصل على اتجاه مقياس الميل الأعظم



ويكفى تمليز هذا المستقيم (تدريجه)

لتكن النقط الثلاث المعلومة هى أ = ٤ ، ت = ٠ ، حـ = ٦ فصل ت حـ ثم نعاين على هذا المستقيم النقطة ى التى رقمها كرقم نقطة أ فالمستقيم أ ى يكون أحد افقيات المستوى ثم ننزل من نقطة ت العمود ت ى ونقسم هذا المستقيم الى أربعة اقسام متساوية حيث أن رقمى النقطتين ت ، ى يفترقان بأربع وحدات فيكون ت ى هو مقياس ميل المستوى

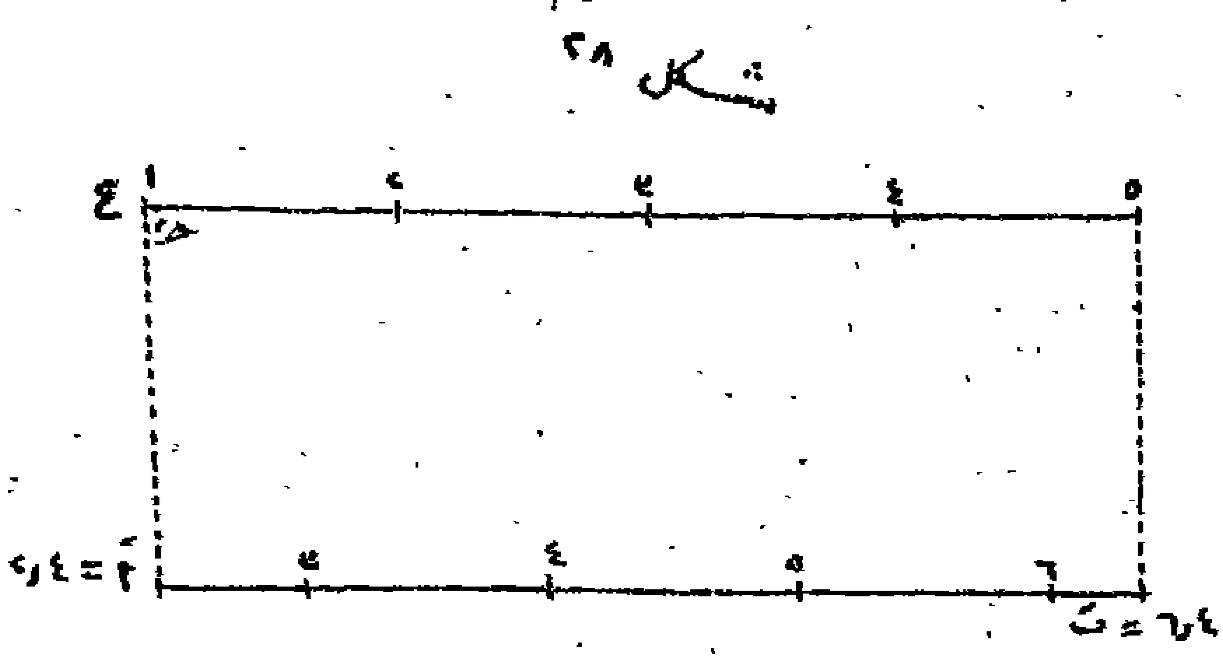
تنبيه - يمكن اجراء العمل بهذه الصورة اذا كان المستوى معينا بمستقيم ونقطة أو بمستقيمين متقاطعين أو بمستقيمين متوازيين

مسئلة

س ١٦٣ المطلوب مد مستوى من نقطة معلومة يوازى مستوى آخر معلوم

لذلك يقال ان المستويات المتوازية خطوطها ذات الميل الاعظم متوازية لأنه يمكن الحصول على الخطوط المذكورة بقطع المستويات المتوازية بمستو عمودى على اثراتها الافقية

حينئذ يلزم أن يمد من النقطة المفروضة مستقيم يوازى لمقياس المستوى المعلوم ويميز كيفية بحيث ان يكون له ميل كميل الأول وان يكون التمييز فى جهة واحدة



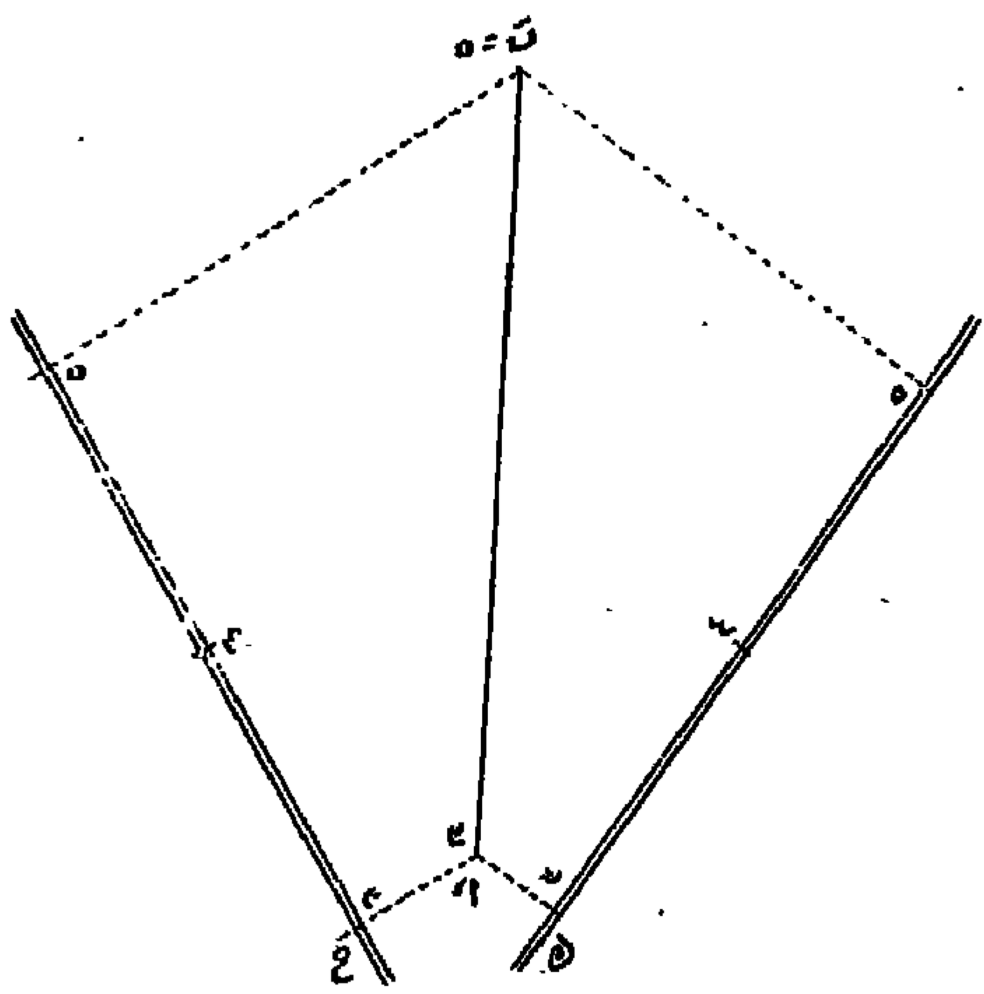
ليكن حـ مقياس ميل المستوى المعلوم ، (أ = ٤ر٢) النقطة المعلومة فنرسم من نقطة أ المستقيم أ ت موازيا حـ ى ونأخذ أ ت = حـ ى

وحيث ان النقطتين ى ، حـ فرق رقميهما ٤ حينئذ يكون رقم النقطة ت = ٤ر٢ + ٤ أو ٤ر٦

وحينئذ المستقيم أ ت الموازى حـ ى يكون هو مقياس ميل المستوى المطلوب

مسئلة

س ١٦٤ المطلوب تعيين خط تقاطع مستويين معلومين بمقياسى ميليهما اللذان مسقطاهما متقاطعين لذلك يكفى ان تمد افقيات متحدة الرقم لأن النقطة المشتركة بين اثنين من هذه المستقيمات تكون نقطة من نقطه



نقط خط التقاطع

وبأخذ افقيين آخرين تتعين نقطة ثانية

ليكن المستويان المعلومان بالمقياسين المتقاطعين ح ، ك

فهذه افقيات متحدة الرقم فنقطة أ الموجودة على الأفقيين

٣ تكون نقطة من المستويين أعنى نقطة من خط تقاطعهما

وكذلك تكون نقطة ت ويكون أت الذى رقماه ٣ و ٥

هو خط التقاطع المطلوب

مسئلة

١٦٥ حالة خصوصية - المطلوب ايجاد خط تقاطع مستويين معلومين بمقياسى ميليهما المتوازيين فى المسقطين

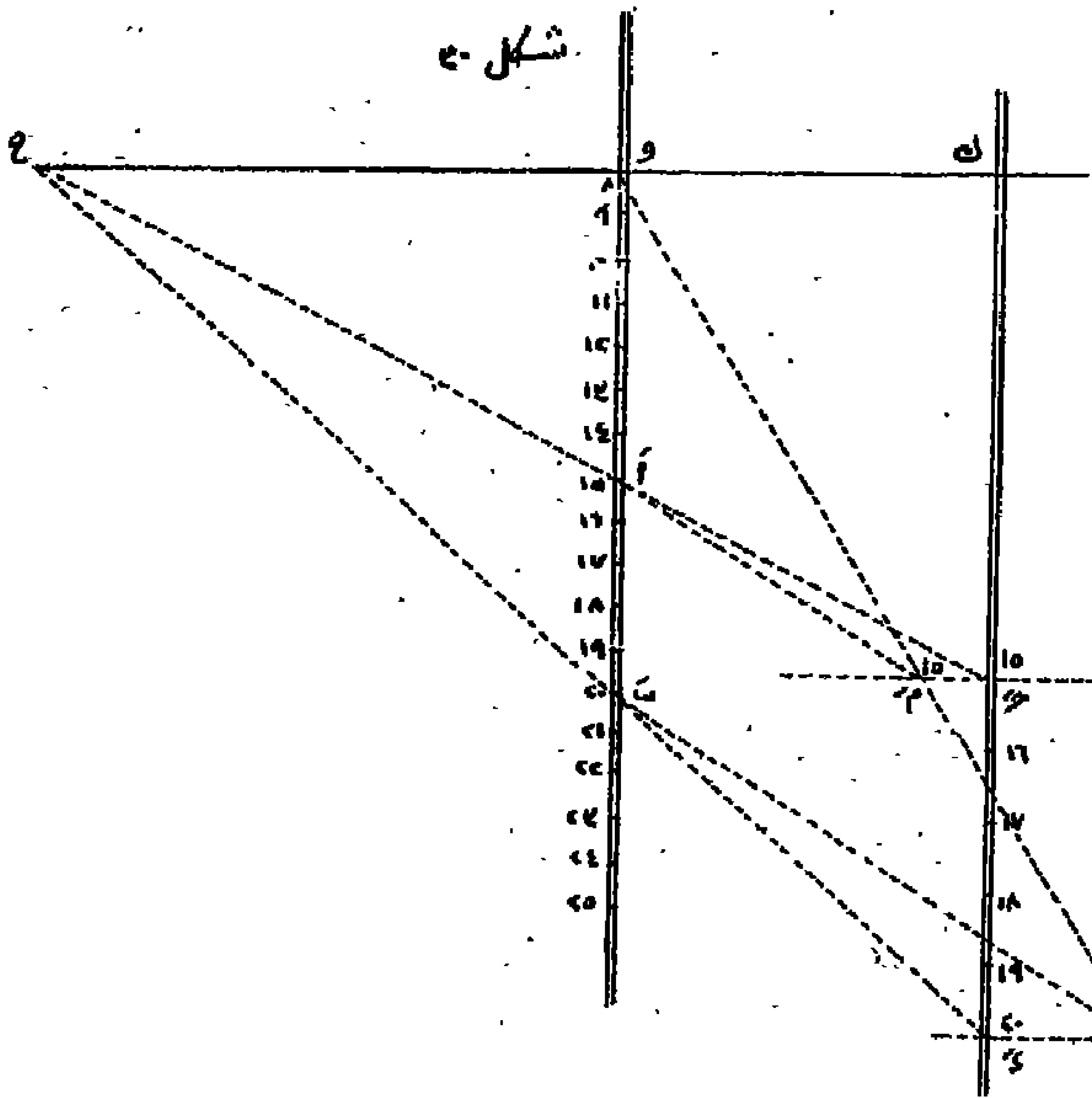
لذلك يقال انه فى هذه الحالة تكون افقيات المستويين متوازية وخط تقاطع المستويين يكون افقيا

لأن خط تقاطع مستويين مارين بمستقيمين متوازيين يكون موازيا للخطين المذكورين

حينئذ يكفى تعيين نقطة من نقط خط التقاطع وللحصول عليها يمكن استعمال مستوى مساعد يقطع كل من المستويين

المعلومين فهذا المستوى يقطع كل من المستويين المعلومين فى خط والنقطة المشتركة بينهما تكون نقطة من نقط خط التقاطع المطلوب

ليكن (١٥ ، ٢٠) ، (٢٥ ، ٨) ش ٣٠ المستويين المعلومين



فنعين على مقياس ميل المستوى (٢٥ ، ٨)

النقطتان أ ، ت اللتان رقماها ١٥ ، ٢٠

المعلومان على المقياس الأول ثم نرسم مستوى

مساعد يقطع المستوى (٢٥ ، ٨) فى نفس خط

الميل الأعظم ١٥ ، ٢٠ وهذا المستوى يصير

معينا بأفقيين حيثما اتفقا أم ، تة ممتدا

من النقطتين ١٥ ، ٢٠ ويعتبر هذان

المتوازيان كأفقيين من افقياته وهذان

الأفقيان يقابلان الافقيين المرسومين

من نقطتى ح ، ى المرقومين ١٥ ، ٢٠ فى

نقطتى م ، ة وحينئذ المستوى المساعد

يقطع المستوى الأول المعلوم فى المستقيم م ة (١٥ ، ٢٠) وهذا الخط م ة والخط السابق ايجاده

الذى هو عبارة عن خط الميل الأعظم وهو ٢٥ ، ٨ يتقاطعان فى نقطة تسقط على و حيث انهما موجودان

فى مستو واحد وهو المستوى المساعد والنقطة المذكورة تكون نقطة من نقط خط التقاطع المطلوب

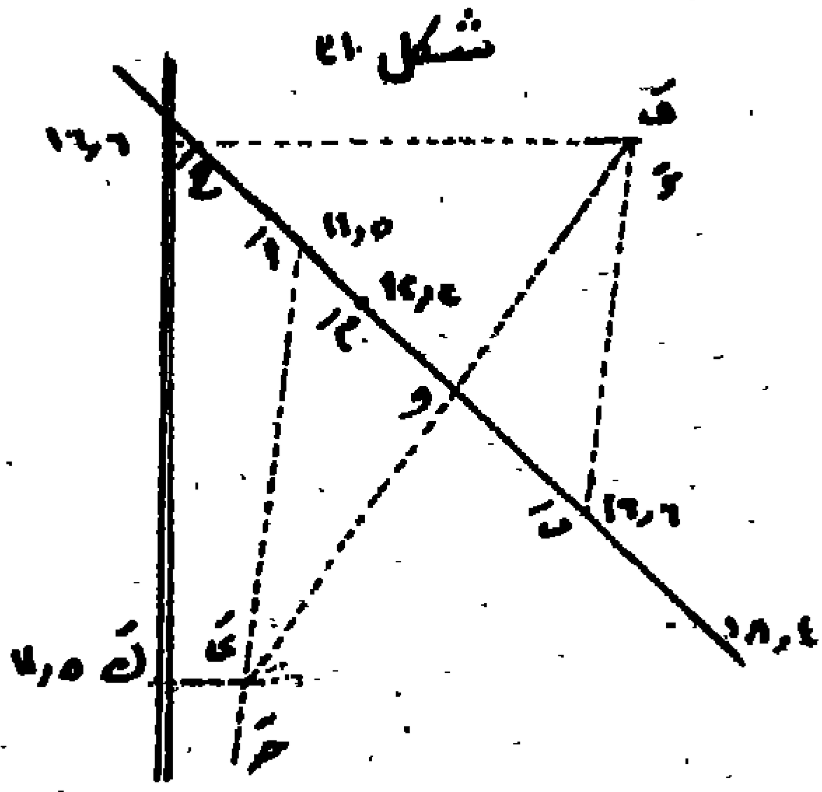
وحينئذ يكفى أن يمد من هذه النقطة مستقيم مواز لأفقيات المستويين

١٦٦ـــد ويمكن الحصول على خط التقاطع السابق بطريقة أبسط من السابقة باعتبار الأمور الآتية لنفرض أن ا ، ب هما النقطتان المرقومتان ١٠ ، ٢٠ على أحد مقياسى المستويين ا ح ، ب ء النقطتان المتحدتان معهما فى الرقم الموجودتان على المقياس الثانى ولتكن ك نقطة تقاطع المقياس الأخير وهو ح ء بالأفقى الذى هو عبارة عن خط التقاطع المراد إيجاده فالنسبة ا و / ب و تساوى ح ك / ء ك لأن كلا منهما تساوى النسبة بين البعدين الرأسيين الذى أحدهما عبارة عن البعد الرأسى بين الافقى وك والمستوى الافقى ١٠ والثانى عبارة عن البعد الرأسى بين الأفقى السابق والمستوى الافقى ٢٠ وبناء على تساوى المقدارين ا و / ب و = ح ك / ء ك اذا وصل وك ا ح ، ب ء فالمستقيمات الثلاثة المذكورة تتقاطع فى نقطة واحدة ح وحينئذ يحصل على نقطة ح من نقط خط التقاطع بأخذ نقطة تقاطع المستقيمين ا ح ، ب ء الواصلين بين النقط المتحدة الرقم الموجودة على مقياسى الميل المعلومين

١٦٧ـــد المطلوب تعيين نقطة تقابل مستقيم بمستوى

لذلك يمرر بالمستقيم مستوى حيثما اتفق ويبحث عن خط تقاطع هذا المستوى مع المستوى المعلوم فالنقطة المشتركة بين المستقيم المفروض وخط التقاطع تكون هى النقطة المطلوبة

ليكن م ق (٢٠٫٢ ، ١٨٫٤) شكل ٣١ المستقيم المعلوم وليكن ح ك (١١٫٥ ، ١٦٫٦) المستوى المعلوم



فيعين على المستقيم المعلوم النقطتان م ، ت اللتان رقماها ١١٫٥ ، ١٦٫٦ كالنقطتان الموجودتان على مقياس ميل المستوى المعلوم ثم يرسم من النقطتين المذكورتين أفقيان حيثما اتفقا ا ح ، ب ء ونعتبرهما افقيات كالأفقيين ١١٫٥ ، ١٦٫٦ لمستوى مساعد

فهذا المستوى يقطع المستوى المعلوم على حسب المستقيم المنطبق على ى ق فنقطه و المشتركة بين خط التقاطع هذا وبين المستقيم المعلوم تكون هى النقطة المطلوبة

ويحصل بالسهولة على رقمها حيث أنها موضوعة على المستقيم المعلوم وعلى المستقيم ى ق المرقم ١١٫٥ ، ١٦٫٦ فى النقطتين ى ، ق

المستقيمات والمستويات المتعامدة

١٦٨ـــد نظرية – اذا كان مستقيم عموديا على مستو

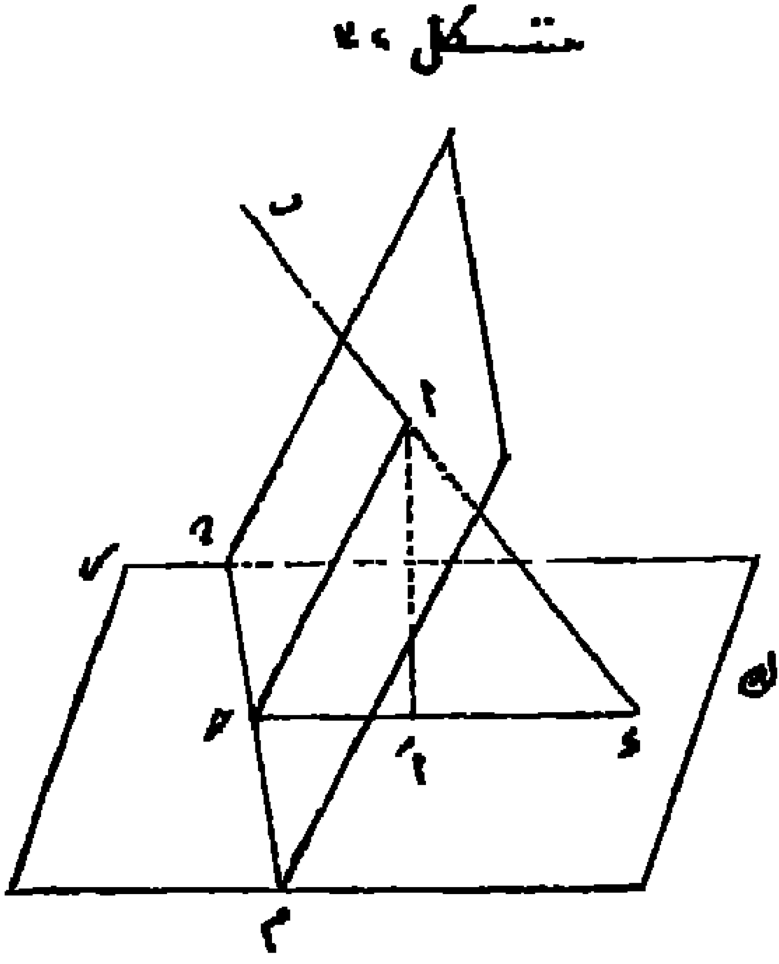
فأولا – مسقط المستقيم يكون موازيا لمقياس ميل المستوى

ثانيا – معدل المستقيم ومعدل المستوى يكونان متعاكسين

ثالثا – مسقط المستقيم ومقياس ميل المستوى يكونان مدرجين فى اتجاهين مختلفين

أولا

أولا - اذا فرض مستقيم عمودى على مستو ما فبالنسبة لأى مستو افقى يكون مسقطه عموديا على الأثر الأفقى لهذا المستوى وحينئذ يكون عموديا على المسقط الأفقى لأى افقى من أفقيات المستوى وبناء عليه يكون موازيا لخط ميل المستوى أعنى موازيا لمقياس ميل المستوى



وثانيا ليكن م ﻫ ح مستويا حينا اتفق ام ﻫ خط تقاطعه مع مستو افقى ك ر ولنفرض أن اب مستقيم عمودى على المستوى م ﻫ ح وأن اح الممتد من موقع العمود هو خط الميل الاعظم للمستوى فالمستقيمان اب ، اح المتقاطعان فى نقطة ا يكون مسقطاهما على المستوى ك ر عاديين على م ﻫ وبما أن هذين المسقطين لهما نقطة مشتركة آ التى هى مسقط نقطة تقاطعهما ا فيشاهد أن مسقطى المستقيمين المذكورين ينطبقان

وليكن ء نقطة تقاطع ب ا مع المستوى ر ك فمعدل المستوى هو م = $\frac{حَ آ}{ا آ}$ ومعدل العمود هو

$م_{ا} = \frac{ءَ آ}{ا آ}$

وبما أن المثلثين ا ح آ ، ا ء آ متشابهان فيوجد التناسب

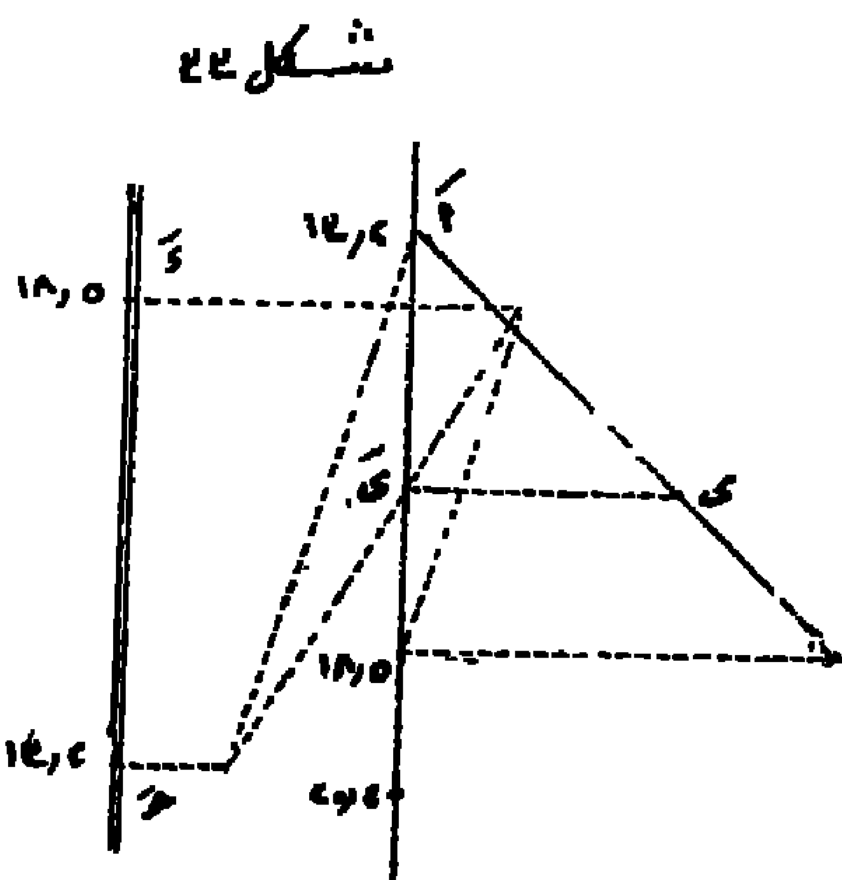
$\frac{ا آ}{حَ آ} = \frac{ءَ آ}{ا آ}$ أو $\frac{1}{م} = م_{ا}$

ومن ذلك يتضح أن المعدلين متعاكسان

ثالثا - ارقام مقياس ميل المستوى م ﻫ ح آخذة فى الزيادة من ح الى آ وأرقام مسقط المستقيم اب آخذة فى النقص من آ الى ء فالمستقيمان ح آ ، آ ء يكونان مرقمين فى اتجاهين مختلفين

مسئلة

س ١٦٩ المطلوب مد مستقيم من نقطة معلومة يكون عموديا على مستو وتعيين موقع العمود وطوله الحقيقى



لتكن النقطة المعلومة هى آ = ١٣،٢ شكل ٣٣ والمستوى حَ ءَ (١٢،٣ - ١٨،٥) فمسقط العمود يكون عبارة عن المستقيم الموازى لمقياس ميل المستوى المرسوم من نقطة آ ولكن ٧ البعد حَ ءَ مقيسا بمقياس الرسم فمعدل المستوى يكون $\frac{٧}{٦،٢}$ ومعدل المستقيم العمودى هو حينئذ $\frac{٦،٢}{٧}$ وبناء على ذلك اذا أخذ بالابتداء من نقطة آ على العمود ان طول

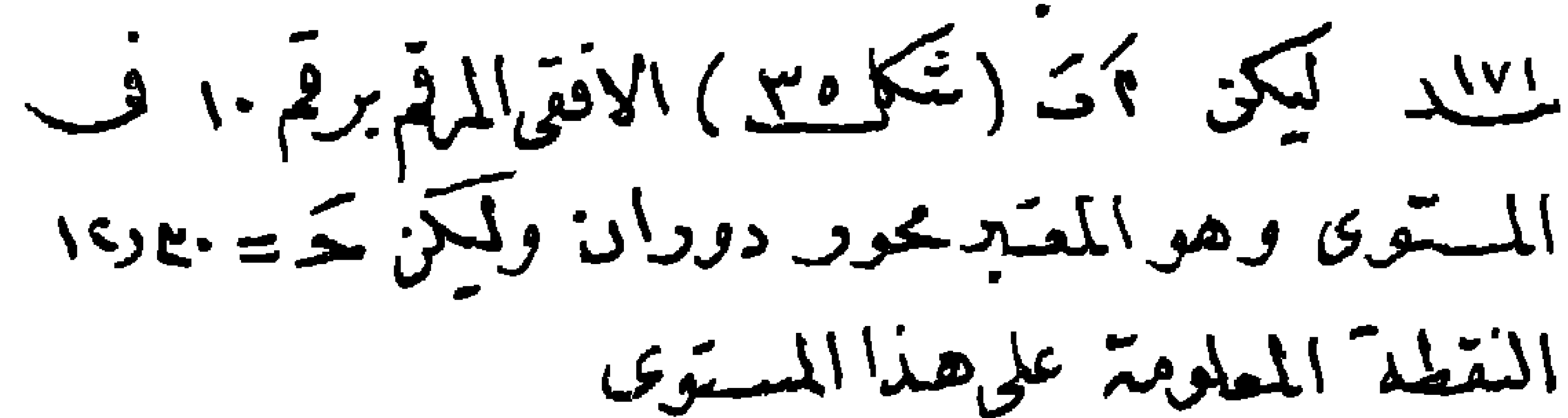
أ تَ = ٢ ر ٦ يساوى ٧ مرات المعدل ٦/٧ فالنقطة تَ يكون رقمها ٢ ر ١٣ + ٧ = ٢ ر ٢٠ ويضاف فى هذه الحالة ٧ لكى يكون الخطان مدرجين فى اتجاهين مختلفين وهذا العمود يقابل المستوى المعلوم فى نقطة ىَ وهى موقع العمود وبعدها ى أ عن النقطة المعلومة هو بعد النقطة المعلومة عن المستوى

س ١٧٠ المسئلة الآتية يمكن حلها بالكيفية السابقة - المطلوب رسم مستوى من نقطة يكون عموديا على مستقيم معلوم

طريقة التطبيق

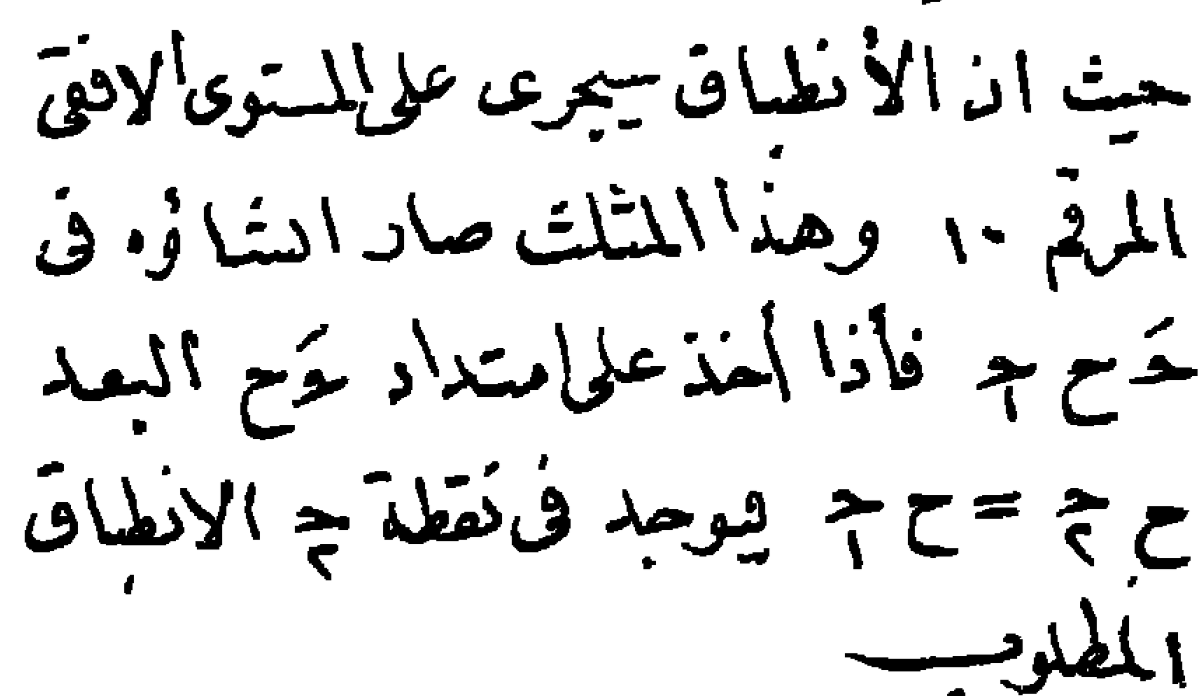
طريقة التطبيق المستعملة فى الهندسة الوصفية تستعمل هنا أيضا فى المستويات الرقمية فمثلا بدوران النقطة و المنسقطة على وَ حول الافقى أ ب فالنقطة المذكورة بعد انطباقها على المستوى الافقى توجد على المستقيم العمودى على محور الدوران الممتد من المسقط الافقى وَ للنقطة وتكون متباعدة عن الموقع حـ ببعد يساوى وتر مثلث قائم الزاوية أحد ضلعى قائمته وَحـ والضلع الثانى الفرق بين احداثى النقطة المعلومة المنسقطة على وَ واحداثى الخط الافقى المعلوم المعتبر محور دوران

شكل ٤٤



س ١٧١ ليكن أ تَ (شكل ٤٥) الافقى المرقم برقم ١٠ فى المستوى وهو المعتبر محور دوران وليكن حَ = ١٢ر٤٠ النقطة المعلومة على هذا المستوى فالنقطة المنسقطة على حَ تنطبق على اتجاه العمودى حَ ح الممتد من نقطة حَ على محور الدوران وتكون متباعدة عن نقطة ح ببعد يساوى وتر مثلث قائم الزاوية أحد اضلاعه حَ ح والضلع الثانى يساوى فرق الرقمين ١٢ر٤٠ - ١٠ = ٢ر٤٠ حيث ان الانطباق سيجرى على المستوى الافقى المرقم ١٠ وهذا المثلث صار انشاؤه فى حَ ح ج فاذا أخذ على امتداد حَ ح البعد ح جُ = ح ج يوجد فى نقطة جُ الانطباق المطلوب

شكل ٤٥



س ١٧٢ انطباق مستقيم - ليكن م وَ (شكل ٤٤) مسقط مستقيم من مستوٍ ما (١٠ - ١٢) فلتطبيق هذا المستقيم يكفى تطبيق نقطتين من نقطه بالطريقة السابقة

فاذا

فاذا كان المستقيم المعلوم يقابل محور الدوران فى نقطة ر فالنقطة المذكورة تبقى ثابتة فى اثناء الحركة وتكون نقطة من الانطباق ويستصوب أخذ نقطة ثانية من المستقيم توجد على افقى من افقيات المستوى يكون مارا بنقطة معلوم انطباقها من قبل

فالنقطة من المستقيم الموجودة على افقى المستوى المار بنقطة ح ومسقطة على ط يوجد انطباقها ط على الافقى الممتد من نقطة ح بالتوازى لمحور الدوران وحينئذ يكون انطباق المستقيم عبارة عن ر ط

بند ١٧٣ وبالعكس - المعلوم انطباق نقطة والمطلوب معرفة مسقطها حينما يصير رد المستوى الى وضعه الأصلى

فيشاهد من شكل ٣٥ السابق ان زاوية ح ح حَ من المثلث القائم الزاوية ح ح حَ هى الزاوية المستوية للزاوية الزوجية الواقعة بين المستوى المعلوم والمستوى الأفقى وحينئذ يمكن اعتبار الزاوية المذكورة معلومة

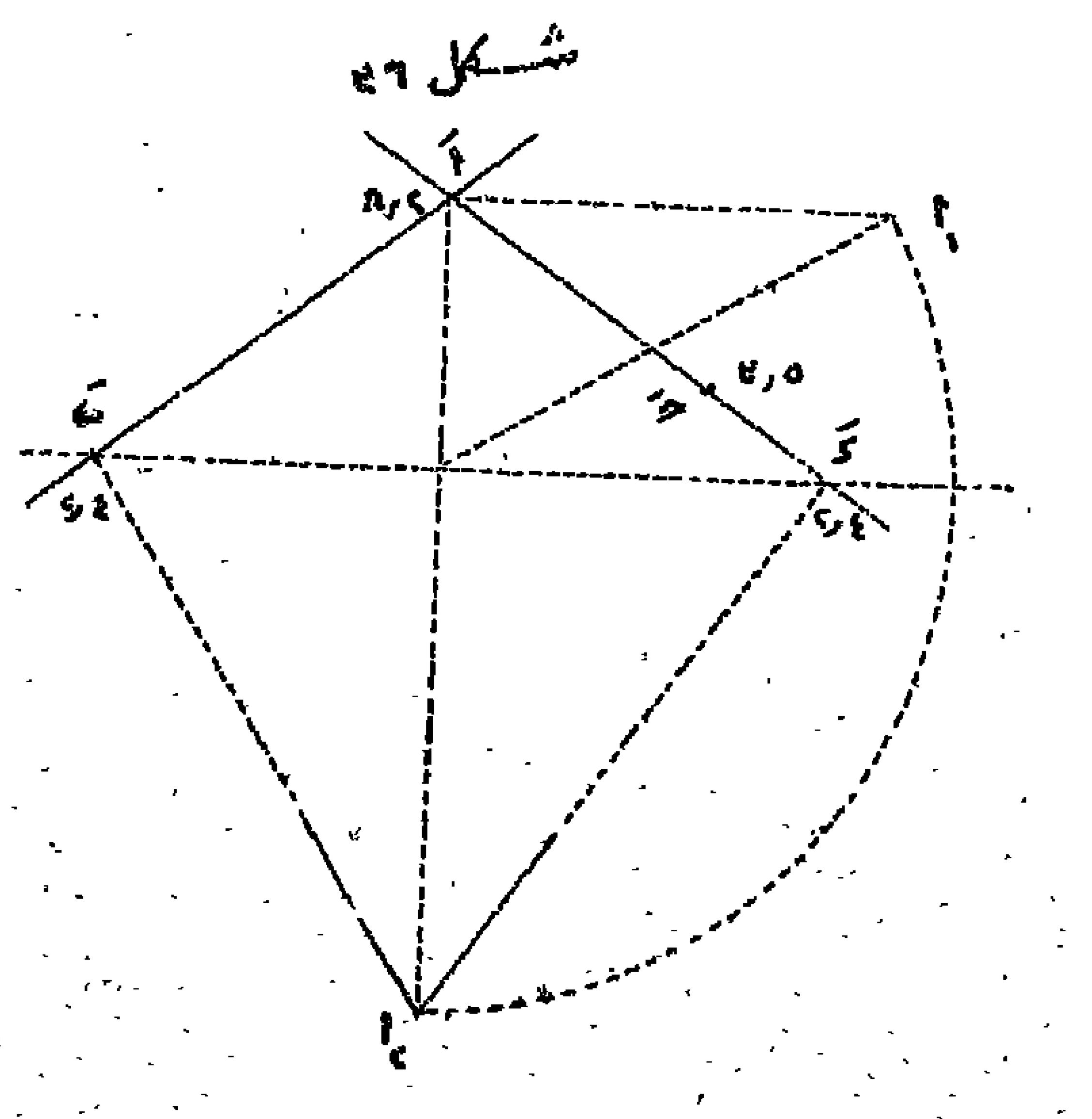
ولكن ح انطباق نقطة من المستوى مسقطها حَ يوجد على العمودى ح ح المرسوم من نقطة ح بالتعامد على محور الدوران ويكون متباعدا عن نقطة ح ببعد يساوى حَ ح وهو عبارة عن أحد ضلعى القائمة من مثلث قائم الزاوية فيه ح ح = ح ح هو الوتر وزاويته الحادة ح ح حَ هى زاوية المستوى المعلوم مع المستوى الافقى

وحينئذ يمكن ايجاد المسقط الافقى حَ للنقطة المعلوم انطباقها

بند ١٧٤ لرد مستقيم من حالة الانطباق الى وضعه الأصلى يكفى رفع نقطتين منه ويستصوب أن تؤخذ احدى النقطتين نقطة تقابل المستقيم بالمحور التى تكون هى المسقط والانطباق ثم تؤخذ نقطة ثانية بحيث تكون موجودة على افقى مار بنقطة معلوم مسقطها ان أمكن

مثلا لرفع المستقيم المنطبق على ر ط شكل ٣٥ السابق الذى يقابل المحور فى نقطة ر ترفع نقطة ط الموجودة على هذا المستقيم وعلى الافقى ح ط المار بنقطة ح التى مسقطها حَ فالمسقط طَ للنقطة المنطبقة على ط توجد على الموازى للمحور الممتد من نقطة حَ وحينئذ يكون طَ رَ هو المسقط المطلوب

تطبيقات



بند ١٧٥ المطلوب تعيين الزاوية الواقعة بين مستقيمين ليكن أتَ (٢ر٨ ، ٤ر٢) شكل ٣٦ ، أدَ (٢ر٨ ، ٥ر٣) المستقيمين المعلومين المتقاطعين فى نقطة أ (٢ر٨)

فنعين على أدَ النقطة ءَ التى رقمها ٤ر٢ كرقم النقطة الثانية تَ المعلومة على المستقيم أتَ فالمستقيم ءَ تَ يكون افقيا من افقيات المستوى المار بالمستقيمين ويكون رقمه ٤ر٢

فاذا طبق هذا المستوى حول ءَ ت لجعله افقيا فنقطة أ تنطبق على أ و المستقيمان المعلومان ينطبقان على حسب أ ت ، أ ءَ ويكون الزاوية ت أ ءَ هي الزاوية المطلوبة

١٧٦ المسئلتان الآتيتان يمكن تحويلهما للمسئلة السابقة

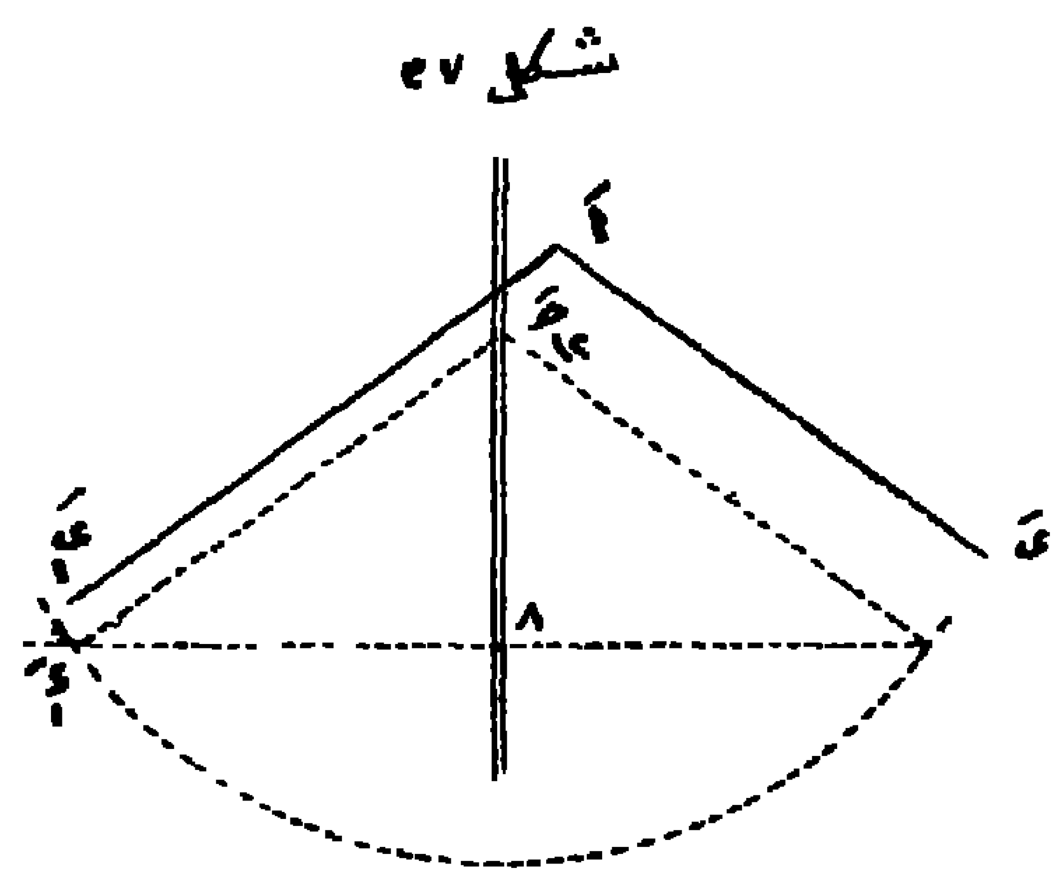
اولا- المطلوب ايجاد الزاوية الواقعة بين مستقيم ومستو

ثانيا- المطلوب تعيين الزاوية الواقعة بين مستويين

ففي الحالة الأولى تكون الزاوية المطلوبة متممة للزاوية الحادة الواقعة بين المستقيم المعلوم ومستقيم آخر عمودى على المستوى المعلوم وممتد من نقطة حيثما اتفق من المستقيم

وفي الحالة الثانية تكون الزاوية المطلوبة مكملة للزاوية الواقعة بين المستقيمين المرسومين بالتعامد على وجهى الزاوية المكونة من المستويين المعلومين من نقطة ما مفروضة داخلها

١٧٧ المعلوم نقطة على مستو والمطلوب ان يرسم منها مستقيم ميله معلوم بحيث يكون موجودا داخل المستوى



لكن (٨ ، ١٢) شكل ٣٧ المستوى المعلوم ، أ مسقط النقطة المعلومة على المستوى المذكور التي يراد أن يرسم منها مستقيم داخل المستوى بحيث يكون ميله $\frac{٣}{٥}$

فلنفرض أولا ان المراد مد هذا المستقيم من نقطة حَ =١٢ الموجودة على خط الميل الأعظم وبعد ذلك يكفى ان يمد من نقطة أ مستقيم موازى للنتيجة المتحصل عليها

لكن حَ ءَ المسقط المطلوب ايجاده ، ءَ النقطة الموجودة على هذا المستقيم وموجودة على الافقى ٨ فمعدل هذا المستقيم هو $\frac{٣}{٥}$ وبما أن فرق رقمى النقطتين حَ ، ءَ يساوى ١٢-٨ = ٤ فيكون

$$ حَ ءَ = ٤ × \frac{٥}{٣} = ٦ \frac{٢}{٣} $$

فاذا جعلت نقطة حَ مركزا وبنصف قطر يساوى $\frac{٢}{٣}$ ٦ ورسم قوس دائرة فالنقطة ءَ التي هي نقطة تقابل هذا القوس مع الافقى ٨ تعطى نقطة ثانية من المستقيم للساعد المطلوب ايجاده وهو حَ ءَ وحينئذ يكفى ان يمد من نقطة أ المستقيم أ حَ موازيا للمستقيم المذكور

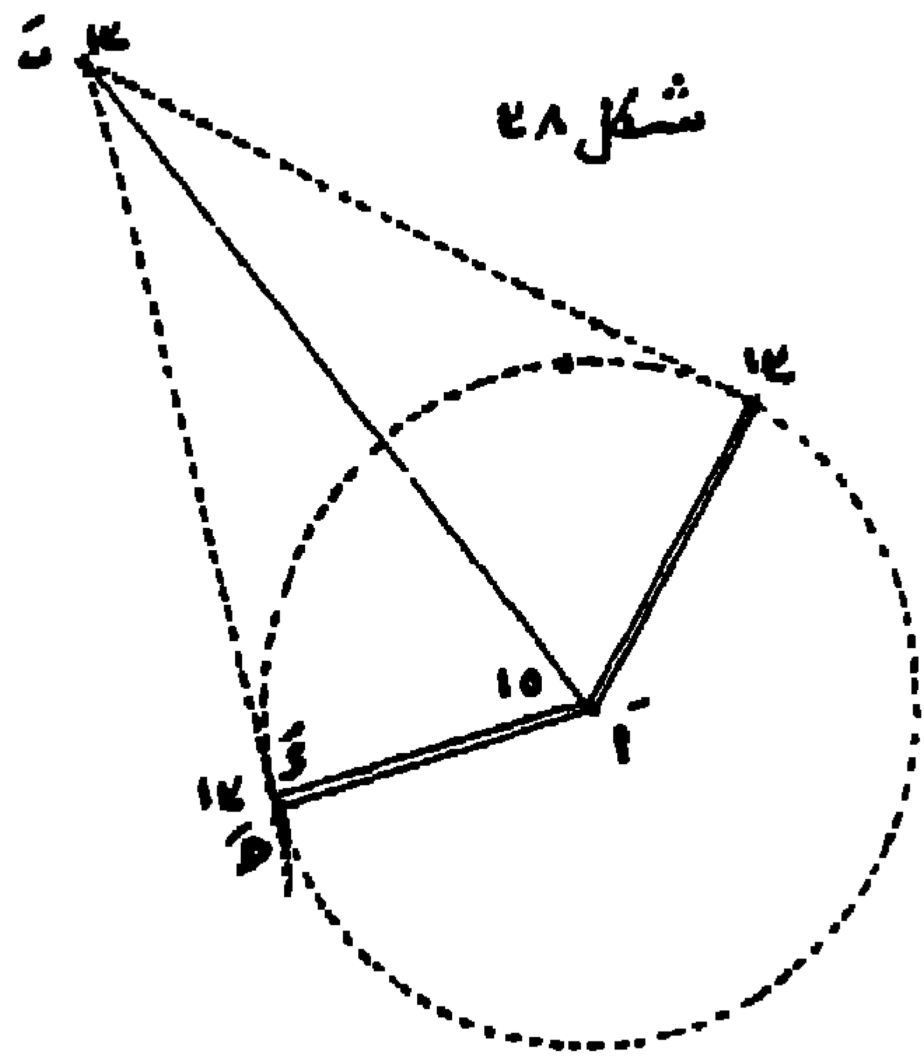
وهذه المسألة لها حلان على العموم

ومن الواضح أن المسألة لا تكون ممكنة الا اذا كان الميل المعلوم أصغر من ميل المستوى ويعلم ذلك أيضا من طريقة الحل السابقة

١٧٨ ثانيا المطلوب تمرير مستوى بمستقيم معلوم يكون ميله معلوم

لكن أ ت (١٥-١٣) شكل ٣٨ المستقيم المعلوم الذي يراد أن يمر به مستوى يكون ميله $\frac{٧}{١٢}$ لذلك نفرض أن المسألة محلولة ولكن تَ حَ اثر المستوى المطلوب ايجاده على المستوى الافقى المار بنقطة تَ

فاذا



فاذا انزل من نقطة ٢ العمود ٢ء على ب ح
فبما ان معدل المستوى هو ١٢/٧ والبعد الرأسى
للنقطتين ٢، ء هو ١٥-١٢=٣ فالبعد الأفقى
يساوى ١٢/٧ × ٢ = ٢٤/٧ = ٣/٧ ٣
وحينئذ الاثر الافقى يكون متباعدا عن نقطة ٢
ببعد يساوى ٣/٧ ٣ فاذا جعلت نقطة ٢ مركزا
ورسم محيط دائرة بنصف قطر يساوى ٣/٧ ٣ ومد
من نقطة ب مماسان لها فالمماسان المذكوران
يكونان عبارة عن أفقيى المستويين الموفيين لشروط
المسئلة ومنهما يعين بسهولة مقياس الميل

فى القطاعات واستعمالها

بند ١٧٩ يستعمل لرسم كل طريق نوعان مختلفان من القطاعات وهما القطاع الطولى والقطاعات العرضية فالقطاع الطولى يكون ممتدا على حسب اتجاه محور الطريق والقطاعات العرضية تكون عمودية عليه

بند ١٨٠ القطاع الطولى لطريق ما عبارة عن انفراد السطح الاسطوانى الرأسى المار بمحور الطريق وفى هذا الانفراد لا تتميز الاجزاء المستقيمة للطريق من اجزائه المحنيه وبواسطة القطاع الطولى يعلم خط تقاطع الارض بالسطح الاسطوانى ووضع المحور بالنسبة لخط الأرض الطبيعى

ولظهور هيئة جسم الأرض ظهورا تاما يرسم القطاع الطولى بمقياسين مختلفين فيؤخذ مقياس الرأسيات يساوى خمسة أمثال او عشرة امثال مقياس الافقيات

مثلا اذا كان مقياس الافقيات ١٠٠٠ر يكون مقياس الرأسيات ٥٠٠٠ر وقد يكون مقياس الافقيات ٢٠٠٠ر ومقياس الرأسيات ٢٠٠ر والأخيران يستعملان فى حالة ما تكون الأرض عظيمة الامتداد قليلة العلاوى

ومن المعتاد تسمية الاحداثيات الرأسية للمحور بالرأسيات الحمرا لأنها تكتب عادة بالحبر الأحمر ورأسيات اراضى الزراعة بالرأسيات السودا لأنها تكتب باللون الاسود وفرق الرأسيات يكتب أحيانا باللون الأحمر ويسمى منسوب الحفر أو الردم

بند ١٨١ القطاعات العرضية عبارة عن القطاعات التى تعمل من مسافة لمسافة بمستويات عمودية على المحور وهى لا تعين فقط خط الأرض الطبيعى بواسطة الميزانية العرضية بل تعين أيضا الخط المطابق للسطح الافقى أى سطح التصميم ووضع كل منهما بالنسبة للآخر وتعين خلاف ذلك انحدار التلال أو الردم أو الحفر

والقطاعات العرضية ترفع فى جميع الاشغال بواسطة ميزان الماء ومع ذلك فيمكن استعمال ميزان

البنا لهذا الغرض وفى هذه الحالة يوضع الميزان المذكور على قدة طولها متران يوجد بأحد طرفيها مسطرة رأسية مقسمة يمكن رفعها أوخفضها وبواسطة الميزان المذكور يعمل الشغل بسرعة والآلة المذكورة مفيدة للاستكشاف وينتفع بها جيدا فى حالة وجود انحدارات واقفة وأن يكون الشغل غير محتاج للدقة التامة ويستعمل كثيرا فى الجهات الجبلية

١٨٢ السطح الاتفاقى أو الاصطلاحى - من المعتاد فى اشغال الطرق انه حينما يصير الاقرار على محور طريق يعوض سطح الارض الطبيعى بالسطح الاتفاقى الذى يرسمه مستقيم يتكئ على قطاعين عرضيين متتاليين بحيث يبقى موازيا للمستوى الرأسى المار بالمحور والسطح الشمالى المرسوم بهذه الكيفية هو الذى لو قطع بمستو رأسى مواز أو عمودى على المحور يكون خط التقاطع مستقيما اذا كان القطاعان العرضيان المعتبران فى هذه المنطقة محدودين بمستقيمات

وفى اجزاء الطريق المنحنية يستعوض المستقيم الموازى للمستوى الرأسى المار بالمحور بازيمة تتكئ دائما على قطاعين عرضيين يكونان جزئين من الاسطوانة المتحدة المحور مع الاسطوانة الرأسية التى تمر بمحور الطريق

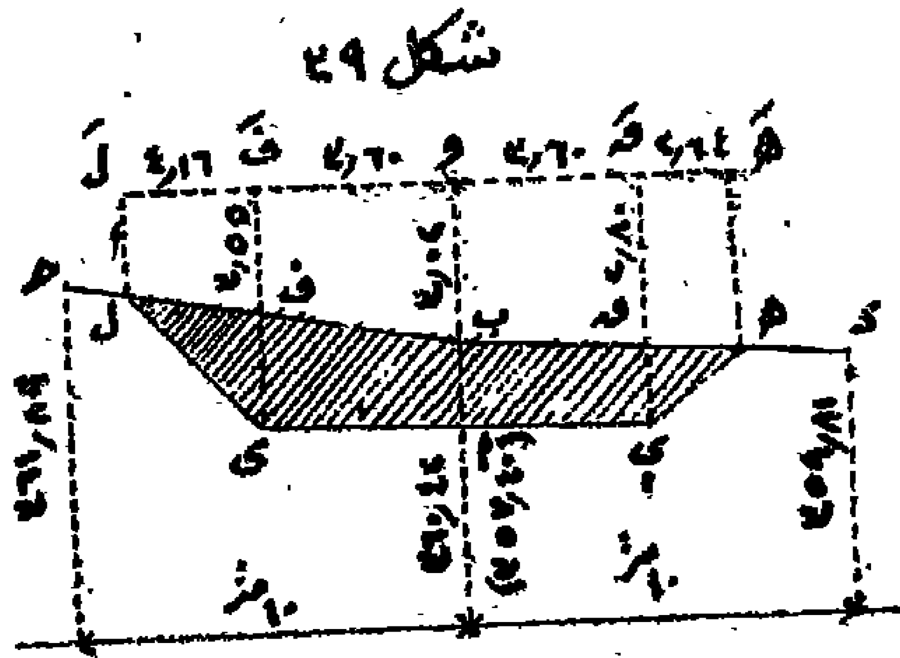
وحينئذ كل مستو رأسى ممتد بمركز المسقط الافقى للجزء المنحنى يقطع المستوى المتولد فى خط مستقيم والطريقتان السابقتان يستعملان بكيفية واحدة فى العمل لانه يعتبر فى الحالتين أن المستوى الرأسى أو الاسطوانة المارة بالمحور منفردين على سطح مستو واحد

١٨٣ الردم والحفر - انواع الردم تبين بكسر اعتيادى بسطه القاعدة ومقامه الارتفاع وحينئذ تكون عكس الميل (الانحدار)

فيقال مثلا ردم $\frac{٣}{٢}$ أعنى واحد ونصف للقاعدة وواحد للارتفاع وانواع الردم التى تحمل بالقرب من القناطر على هيئة ربع مخروط تكون فى الغالب $\frac{٥}{٤}$ أعنى يكون ارتفاع الردم مساويا $\frac{٥}{٤}$ المسقط الافقى لراسم المخروط

وفى الاراضى المتوسطة الصلابة يعمل الحفر على $\frac{١}{١}$ أعنى واحد على واحد

١٨٤ حساب القطاعات العرضية - بما ان القطاعات العرضية تكون كثيرة العدد فى رسم السكك الحديدية فترسم فى العادة على حدتها ويعطى لكل منها نمرة أو حرف مخصوص يدل على نقطة تقابل كل منها بالقطاع الطولى وفى الغالب لا يبين على القطاعات المذكورة الحفر التى يتصادف وجودها فى الطريق لان قطاعها يكون فى العادة ثابتا بالنسبة لمنطقة معينة وتنسب الاحداثيات الرأسية لمستوى المقارنة العمومى



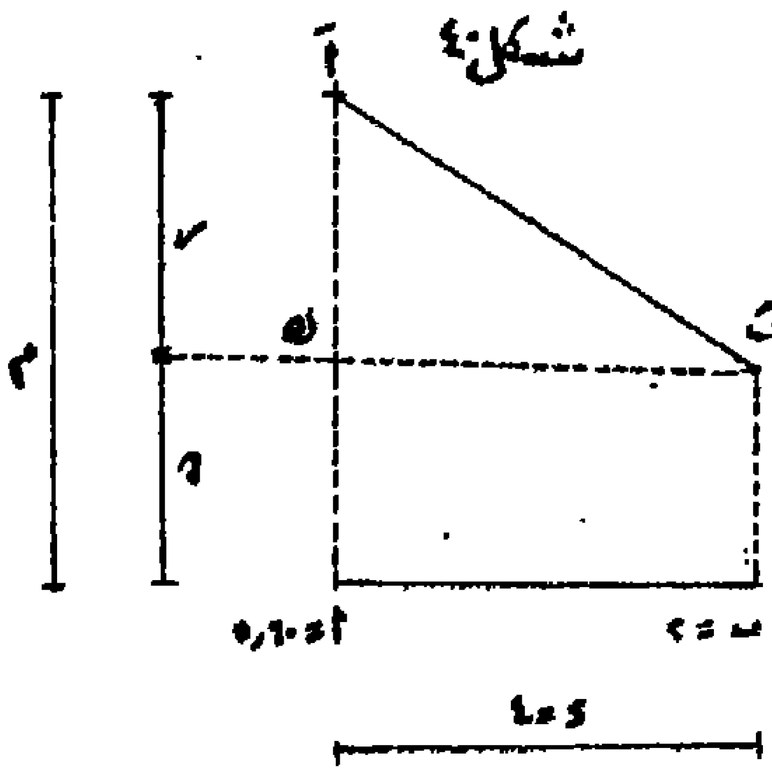
والمناسيب التى تعلم مباشرة هى مناسيب النقط ى ا ح ا ء التى تبين هيئة جسم الأرض وأما منسوب نقطة ٢ فيعلم من القطاع الطولى وكذا سطح التصميم ى ى الذى يكون

عرضه بالنسبة لشريط واحد يساوى ٢٠,٧ متر أعنى ٦٠,٤ عن يمين محور الطريق، ٦٠,٤ عن شماله شكل ٢٩
ثم يحسب الانحداران حـ ب، ب ى مباشرة وبعد معرفتهما يحسب ى ف

ولنذكر هنا بعض المسائل التى تساعدنا على حساب الكميات المذكورة لكثرة استعمالها فى حساب القطاعات العرضية وان كان فى ذلك تكرار لبعض المسائل السابق شرحها بالمستويات الرقمية

١٨٥ قلنا ان انحدار مستقيم أو ميله هو خارج قسمة فرق رقمى نقطتين من نقطه على البعد المحصور بين مسقطيها الافقيين وهو عبارة عن ظل الزاوية التى يصنعها المستقيم مع المستوى الافقى والمعدل عكس الانحدار أعنى أنه عبارة عن ظل التمام

مثال ـ اذا كان ٢ب = ٤ وحدات ورقم نقطة ٢ = ٥,٦ ورقم نقطة ب = ٢ فميل المستقيم او انحداره يساوى



$$\frac{٥,٦ - ٢}{٤} = ٠,٩٠$$

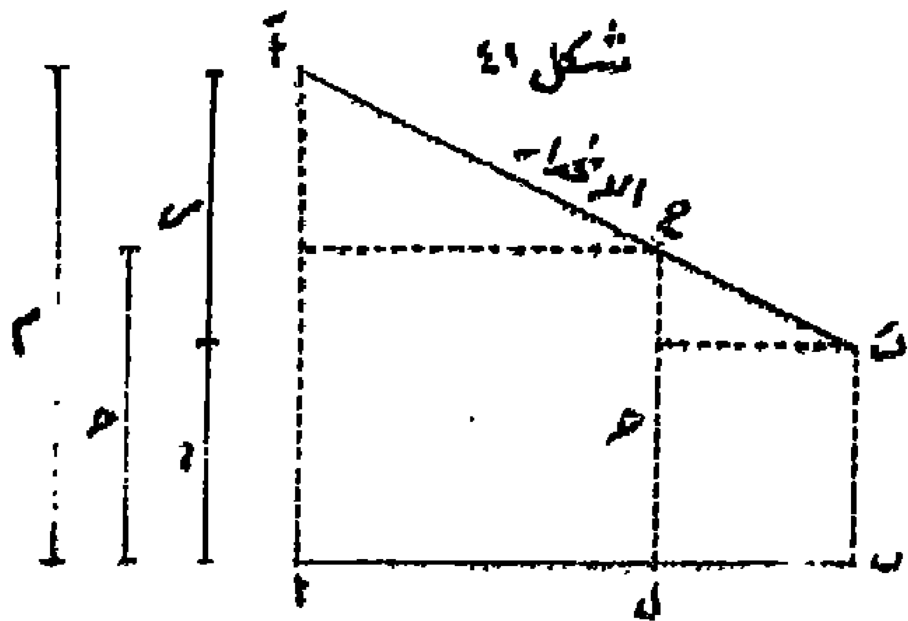
وبصورة عمومية الانحدار المرموز له بالرمز ح يكون عبارة عن

$$ح = \frac{ر}{ى} \quad .... (١)$$

الذى فيه ر فرق رقمى النقطتين، ى البعد المحصور بين مسقطيها الافقيين أعنى ظل الزاوية ٢ َ بَ ك

والمعدل هو $\frac{١}{ح} = \frac{ى}{ر} \quad ...... (٢)$

١٨٦ مسئله المطلوب تعيين المسقط الافقى لنقطة معلوم رقمها وتلك النقطة موجودة على مستقيم معلوم مسقطه الافقى واحدى نقطه وانحداره (أو ميله)



لتكن حـ رقم النقطة المعلوم، ٢ب المسقط الافقى للمستقيم المعلوم، ٢ احدى نقطه، ح انحداره شكل ٤١

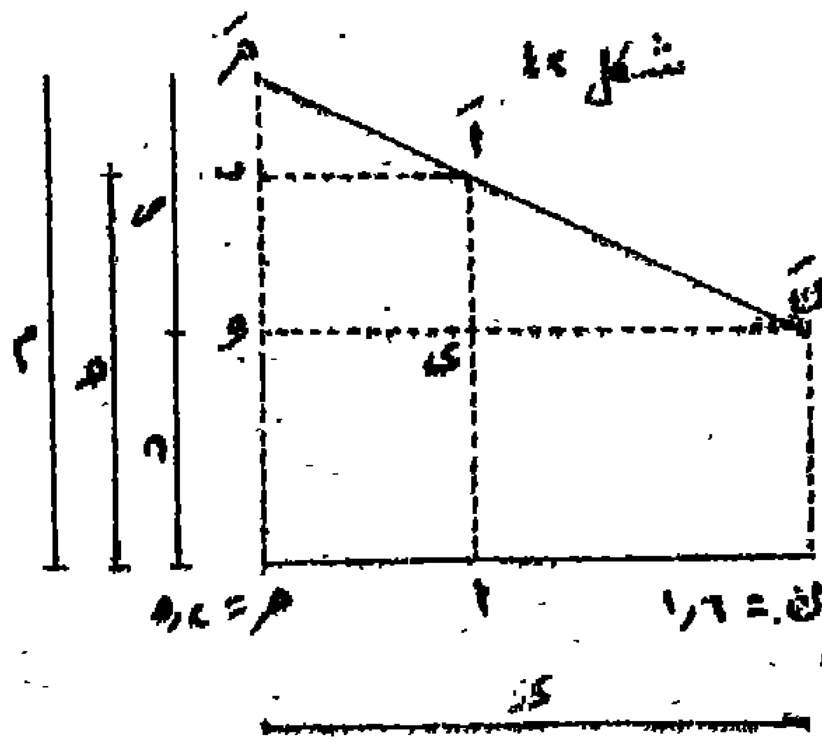
فبما أن $\frac{ى}{م-٢}$ أو $\frac{ى}{ر} = \frac{١}{ح}$ بناء على ١٨٥ يكون

$$٢ل = \frac{م - حـ}{ح} \quad .... (حـ)$$

وكذا $$ب ل = \frac{حـ - ٢}{ح} \quad .... (ى)$$

حينئذ ننتج القاعدة الآتية وهى أن يقسم فرق رقمى النقطتين على الانحدار

١٨٧ مسئله ـ المطلوب تعيين رقم نقطة معلومة بمسقطها الافقى ٢ على مستقيم م ن شكل ٤٢



لذلك يلزم ان يراعى حالتان ـ فأما ان نقطة ٢ توجد على م ن وأما على امتداده

الحالة الاولى ـ نفرض أن نقطة ٢ على الجزء المحصور بين م، ن

الحل الرسمي ـ بعد تطبيق المستقيم (من « ، ره ، ١٦٠١ ») على مَ نَ يقام العمود ٢ آَ فطوله يكون هو مقدار الرقم المطلوب

الحل الحسابي ـ لذلك يقاس من ولكن مساويا ١٠٦٠ وكذا ء ولكن مساويا ٨٠ ر ٤

وحيث أن $\frac{م٢}{ء} = \frac{م - ح}{م - ج}$ فيكون

$$\frac{م٢ (م - ج)}{ء} = م - ح \quad \text{أو}$$

$$\frac{م٢ \times ٧}{ء} = م - ح$$

ومنه $ح = م - \frac{م٢ (م - ج)}{ء}$ أو $ح = م - م٢ \times \frac{٧}{ء}$ ...... (ى)

وحينئذ يكون $ح = ٥٠ر٥ - \frac{١٦٠ر١ \times ٦٠ر٤}{٨٠ر٤} = ٤$

وكذا يكون $ح = ج + ن ٢ \times \frac{٧}{ء}$ .... (ف)

وبتعويض $\frac{٧}{ء}$ بمقداره ح يكون

$ح = م - ٢م \times ح$ .... (ج)

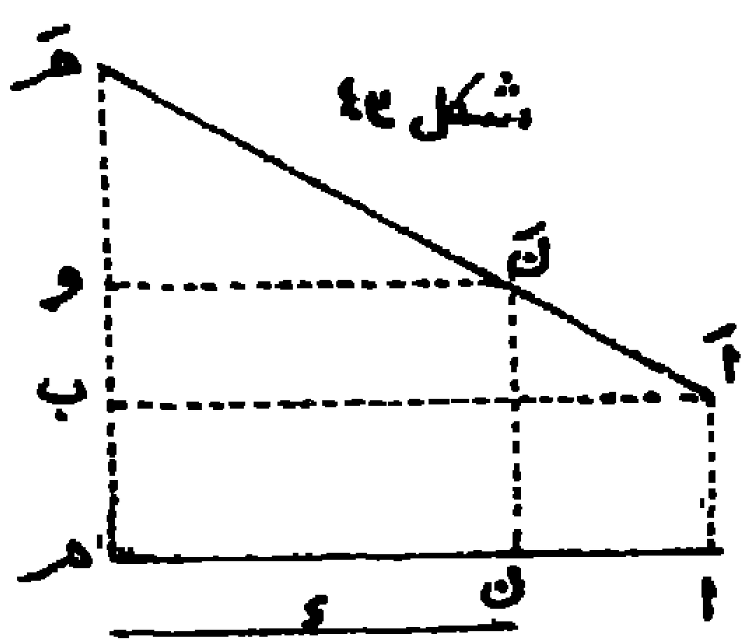
قاعدة عملية ـ لمعرفة رقم النقطة المطلوب يضرب البعد المعلوم في الانحدار ويطرح الحاصل من رقم النقطة المعلومة على المستقيم

وقانون (ف) يؤول الى

$ح = ج + ٢ن \times ح$ .... (هـ)

١٨٨ الحالة الثانية ـ اذا كانت نقطة ٢ على امتداد من شكل ٤٢ فيكون

$\frac{ب٢َ}{ون} = \frac{ب مَ}{و مَ}$ أو

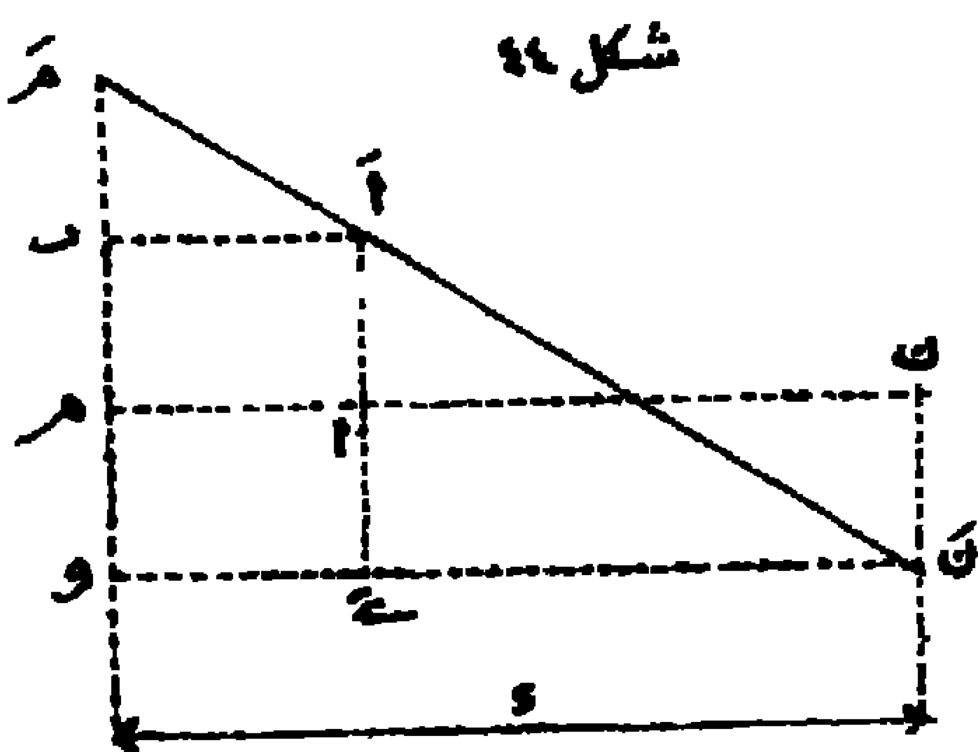


ومنه $\frac{م٢}{ء} = \frac{م - ح}{م - ج}$

$ح = م - \frac{م٢ (م - ج)}{ء}$ .... (ىَ)

فاذا كان مقدار ح سالبا تكون النقطة ٢ اسفل مستوى المقارنة من ٢

١٨٩ تنبيه ـ القانون $ح = م - \frac{م٢ (م - ج)}{ء}$ عمومي ويستعمل حتى في الحالة التي فيها الرقمان م ، ج يكونان مختلفي الجهة



مثلا م أى مَ يكون فوق مستوى المقارنة من ، ج أى نَ يكون تحت مستوى المقارنة فوهذه الحالة يعتبر ج سالبا والكمية م ـ ج تدل على المجموع المطلق للرقمين لانه بناء على ما سبق يوجد

$$\frac{\text{ب أَ}}{\text{و نَ}} = \frac{\text{ب مَ}}{\text{و مَ}} \quad \text{أو}$$

$$\frac{\text{م ا}}{\text{ء}} = \frac{\text{م} - \text{ح}}{\text{م مَ} + \text{ن نَ}}$$

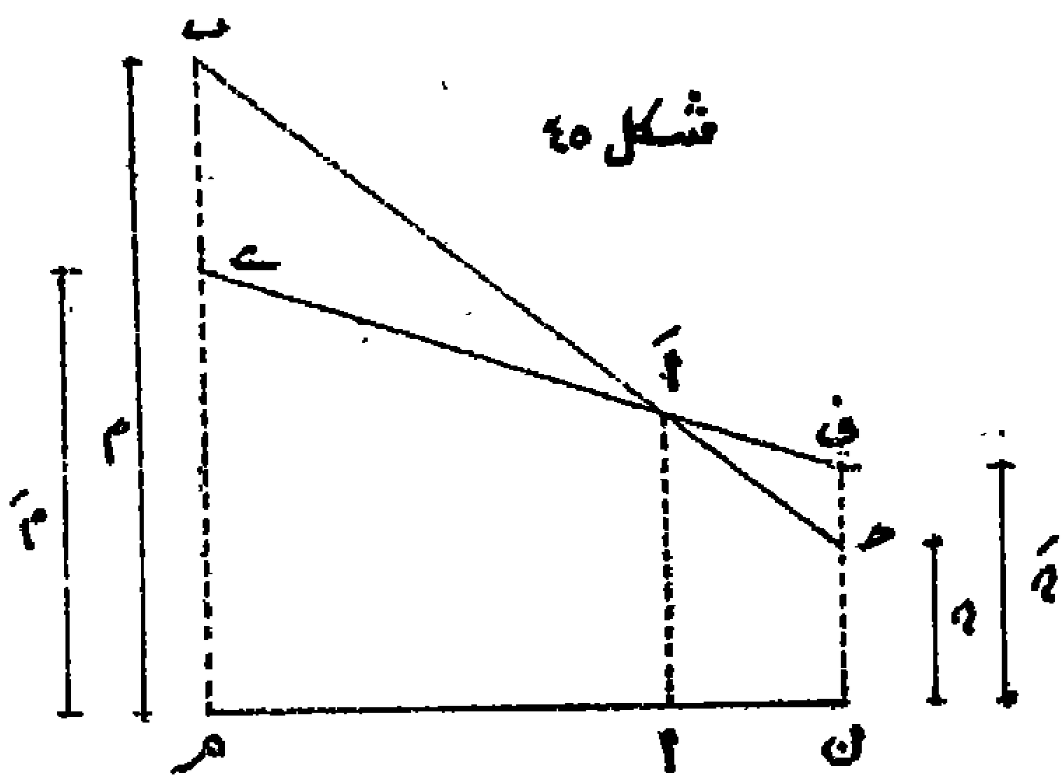
وباعتبار ن نَ سالب فالمقام م مَ + ن نَ يمكن كتابته كما سبق م ـ ع وحينئذ يكون

$$\text{ح} = \text{م} - \frac{\text{م ا}(\text{م} - \text{ع})}{\text{ء}} \quad \ldots\ldots\ (\text{ىَ})$$

مثال ـ ليكن ء = ٥٫٦٠ ، م = ٣٫٢٠ ، ع = −١٫٨٠ ، م ا = ١٫٥٠

فيكون $\text{ح} = ٣٫٢٠ - \frac{١٫٥٠(٣٫٢٠ + ١٫٨٠)}{٥٫٦٠} = ١٫٨٦$

بند ١٩٠ المطلوب ايجاد نقطة تقاطع مستقيمين مرقومين متحدين فى المسقط الافقى



يعلم من منطوق المسألة ان المستقيمين المعلومين موجودان فى مستو واحد رأسى يمكن تطبيقه على المستوى الافقى بادارته حول م ن

فأحد الخطين يصير بعد الانطباق مبينا بالخط ب ح والثانى بالخط ى ف وباعتبار الأرقام المفروضة هى م ، ع للخط ب ح ، مَ ، عَ للخط ى ف يكون

$$\frac{\text{م ا}}{\text{ا ن}} = \frac{\text{ب ى}}{\text{ف ح}} \quad \text{ومنه}$$

$$\frac{\text{ا م}}{\text{ا م} + \text{ا ن}} = \frac{\text{ب ى}}{\text{ب ى} + \text{ف ح}} \quad \text{أو}$$

$$\frac{\text{م ا}}{\text{ء}} = \frac{\text{م} - \text{مَ}}{\text{م} - \text{مَ} + \text{عَ} - \text{ع}} \quad \text{ومنه}$$

$$\text{م ا} = \frac{\text{ء}(\text{م} - \text{مَ})}{(\text{م} - \text{ع}) - (\text{مَ} - \text{عَ})} \quad \ldots\ldots\ (\text{ى}_{١})$$

ويحصل على هذا القانون حينما يكون الانحداران مختلفى الجهة أو متحديها بحيث تكون نقطة التقاطع موجوده بين م ، ن أو بعدها

وكذلك يوجد $\text{ا ن} = \frac{\text{ء}(\text{عَ} - \text{ع})}{(\text{م} - \text{ع}) - (\text{مَ} - \text{عَ})} \quad \ldots\ldots\ (\text{ح}_{١})$

بند ١٩١ المطلوب تعيين نقطة تقاطع مستقيمين نقطها المرقومة محددة المسقط ومعلوم الانحداران ح ، حَ

لذلك يلزم اعتبار حالتين فاما ان يكون الانحداران متحدى الجهة واما ان يكونا مختلفيها

الحالة الاولى ـ نفرض ان الانحدارين متحدى الجهة شكل ٤٥ (بند ١٩٠) فالقانون (ى١) أى

$$م ١ = \frac{ء (م - مَ)}{(م - ٤) - (مَ - ٤َ)}$$ يؤل الى

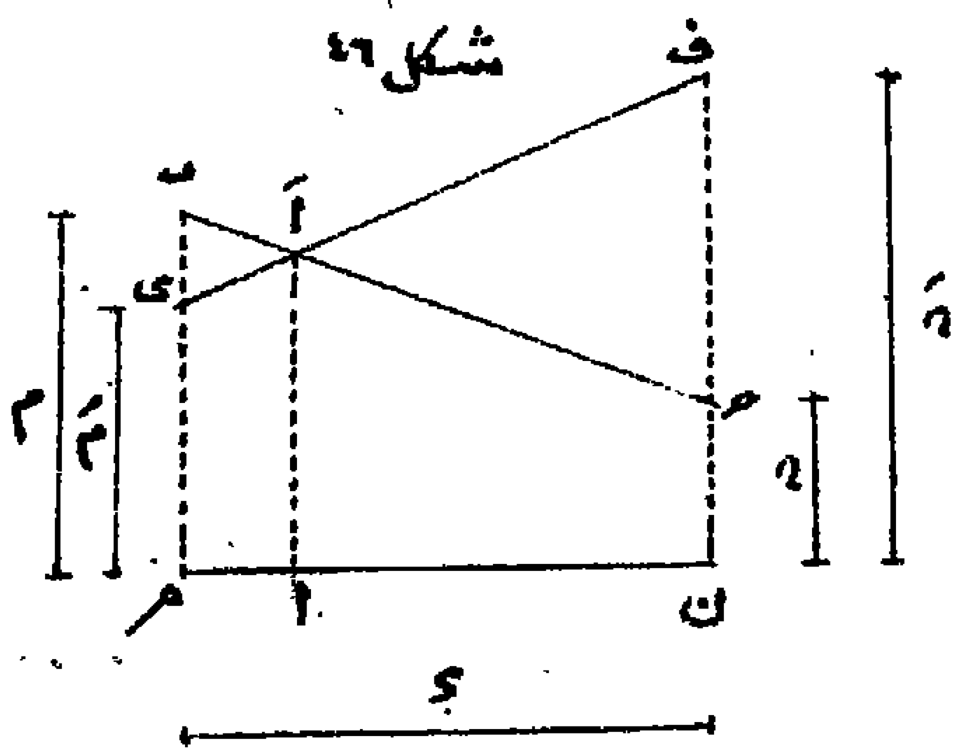
$$م ١ = \frac{م - مَ}{ح - حَ}$$ .... (ك)

لانه يلزم أن يوجد $\frac{ء}{م - ٤} = \frac{١}{ح}$ ، $\frac{ء}{مَ - ٤َ} = \frac{١}{حَ}$

أعنى أنه اذا كان الانحداران متحدى الجهة يلزم قسمة فرق رقمى النقطتين المعلومين على الفرق بين الانحدارين

١٩٢ـد الحالة الثانية - نفرض ان الانحدارين مختلفى الجهة شكل ٤٦

فانحدار ع ف يعلم فى الحقيقة من $\frac{٤َ - مَ}{ء}$ لأنه فى التطبيقات يقسم الفرق بين رقمى نقطتين من نقط المستقيم على ء بدون مراعاة انحدار المستقيم أعنى أن



$$\frac{ء}{٤َ - مَ} = \frac{١}{حَ}$$

حينئذ يكون $\frac{ء}{مَ - ٤َ} = + \frac{١}{حَ}$ ويكون

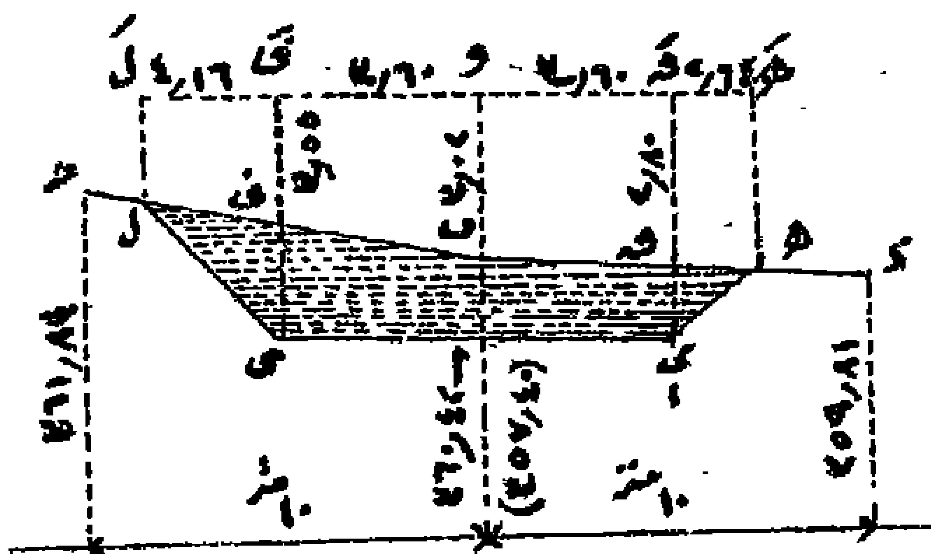
$$م ١ = \frac{م - مَ}{ح + حَ}$$ .... (ل)

وكذا يكتب $ا م = \frac{م - مَ}{ح + حَ}$ .... (م)

حينئذ اذا كان الانحداران مختلفى الجهة يلزم قسمة فرق الرقمين على مجموع الانحدارين

١٩٣ـد تنبيه - اذا كان أحد المستقيمين معلوما بنقطتين مرقومتين والثانى بنقطة وانحداره يحول المستقيم الاول بحيث يصير معلوما بنقطة مرقومة وانحداره اى بحيث يصير معلوما كالثانى ومع ذلك يلزم ان تكون نقطتا مبدأ المستقيمين متحدى المسقط ويستعمل دائما القوانين السابق ايجادها فى ١٨٧ـد ثم تطبيق القوانين (ك)،(ل)،(م)

١٩٤ـد ولنرجع لحساب الكميات حـ، ء، اى ف السابق ذكرها ١٨٤ـد من قانون (ه) ١٨٧ـد وهو



$حـ = ٤ + ا ن × ح$ يستخرج

$$ح = \frac{حـ - ٤}{ا ن}$$

وحينئذ يكون

$$ح = \frac{٢٦١,٨٩ - ٢٦٠,٤٢}{١٠} = ٠,١٤٧$$

ويكون

ى ف = ا ف + اى × ح = ٢,٠٢ + ٢,٦٠ × ٠,١٤٧

أعنى أن

أعنى أن $ى\,ف = ٥٤٩٢ر٢$ أو $ى\,ف = ٥٥ر٢$

وبمثل ذلك يكون $ى\,ف = ٨٠ر٢$ بناء على قانون (ج) ١٨٧ند

وبعد ذلك يلزم أن يعين على أى بعد من ى ف يتقاطع ف ل الذى انحداره ٤٧ر٠ مع خط الحفر ى ل الذى انحداره ٤٥° أعنى ح = ١

وحيث ان الميلين متحدى الجهة فيكون على حسب ١٩١ند قانون (ك)

$$ف\,ل = \frac{م - مَ}{ح - حَ}$$

وباعتبار نقطة الاصل ف فمنسوبها يكون معدوما وحينئذ يكون

$$ف\,ل = \frac{٥٥ر٢ - صفر}{١ - ٠ر١٤٧} = ١٦ر٤ متر$$

ولحساب منسوب أو رقم نقطة هـ يلزم أخذ القانون (ل) ١٩١ند وهو

$$م\,٢ = \frac{م - مَ}{ح + حَ}$$

لأن الميلين مختلفى الجهة

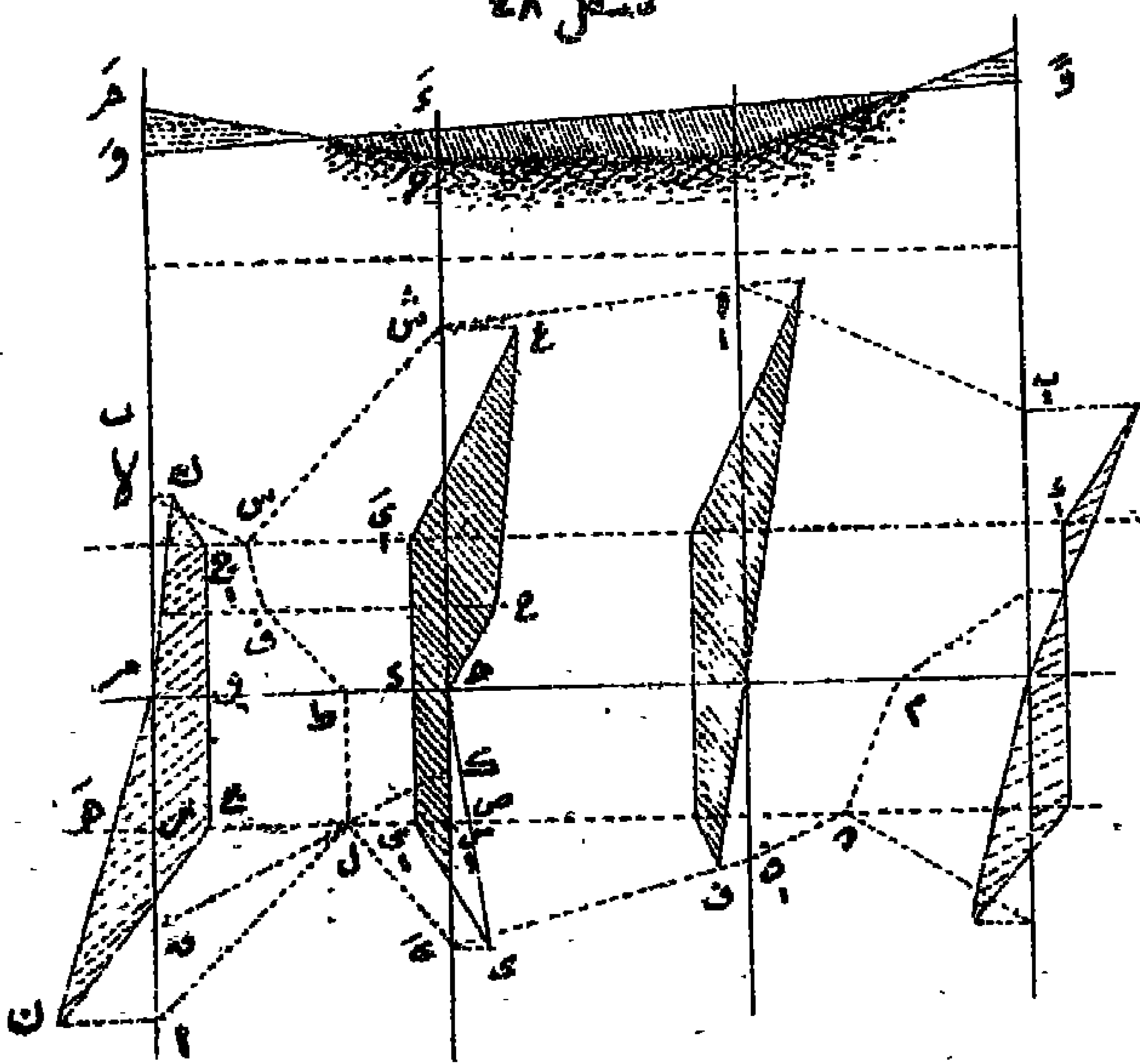
وفى حالة الردم يعوض الميل $\frac{واحد}{١}$ بالمقدار $\frac{٢}{٣}$ فى الأحوال الاعتيادية

فى خطوط المرور

١٩٥ند تعريف ـ الخطوط التى على حسبها يعقب الردم الحفر وبالعكس وكذلك خطوط تقاطع سطح الأرض بالاسطح المائلة التى تحدد جانبيا الحفر والردم تسمى خطوط المرور

١٩٦ند عرض الجسر ـ الأبعاد المأخوذة فى جهتى محور الطريق فى القطاعات العرضية تعين نقط تقاطع سطح التصميم بسطح الأرض وتلك الأبعاد تعين فى حالة الردم النقط التى تنتهى اليها الشوات

١٩٧ند وضع القطاعات ـ فى اشغال الجسور والقناطر ترسم القطاعات العرضية أسفل القطاعات الطولية



نقطه م من سطح الارض الطبيعى شكل ٤٨ التى توجد على تقاطع المستويين المتعامدين اللذان هما القطاع الطولى والقطاع العرضى الذى رقمه صفر والنقط الاخرى للارض الطبيعية مثل نقطة ن تنسب للخط م ا والخط ا ب يدل على مستوى المقارنة للقطاع العرضى

ثم يؤخذ الطول م و فى الجهة اليمنى يساوى الرقم مَ وَ للحفر والخط ج ج الموازى ا ب والمساوى عرض الطريق يدل على الجزء الافقى أى سطح التصميم والخط المنكسر ك م ن يبين جسم الأرض ثم

برسم من النقطتين ح، ج المستقيمان ج ك، ج ل مائلان بميل صغير أو كبير حسب طبيعة الأرض (شكل)

وحينئذ الخط المنكسر م ن ج ج ك يكون هو قطاع الحفر

وأما الرقم ح ء ء للردم فيؤخذ جهة الشمال بالابتدا من نقطة ح الى نقطة ء ، هـ يدل على سطح التصميم والخط المنكسر ء ح ح ع يدل على خط الارض الطبيعية ، ء ى ، ى ع هما المستقيمان اللذان يدلان على انحدار الردم (شكل ١٨٣)

شكل ١٩٨ تعيين خطوط المرور - قلنا أن خط المرور عبارة عن خط تقاطع سطح الأرض الطبيعي بسطح التصميم وبالأسطح المائلة التي تكون الاوجه الجانبية للطريق

مثلا اذا كان النقطتان ء، ا ف موجودتين على قطاعين متتاليين وسقطناهما على محوري قطاعيهما فالخط ء ف يكون خط مرور شكل ٤٨

ولتعيين خط المرور بين قطاعين متتاليين مختلفي النوع كالقطاعين م ، ح ترسم مستقيمات موازية للمحور من جميع النقط ء ، ح ، ح التي فيها خطوط الأرض الطبيعية تغير اتجاهاتها ويقسم البعد بين القطاعين المتتاليين بالنسبة لكل نقطة من النقط المذكورة الى جزئين مناسبين لرقمي الحفر والردم مثلا لتعيين نقطة ل التي فيها يعقب الردم الحفر يكتب

$$\frac{ل ر}{ل س} = \frac{هـ ج}{ي ص} \qquad \text{ومنه}$$

$$\frac{ل ر}{ل س + ل ر} = \frac{هـ ج}{ي ص + هـ ج} \qquad \text{وحينئذ يكون}$$

$$ل ر = \frac{هـ ج \times ر س}{ي ص + هـ ج}$$

وكذا يلزم أن يوجد

$$\frac{م ط}{ح ط} = \frac{م و}{ح ء}$$

ثم تعين كذلك النقطتان و ، س وأما نقطة لا فهي مسقط نقطة ك

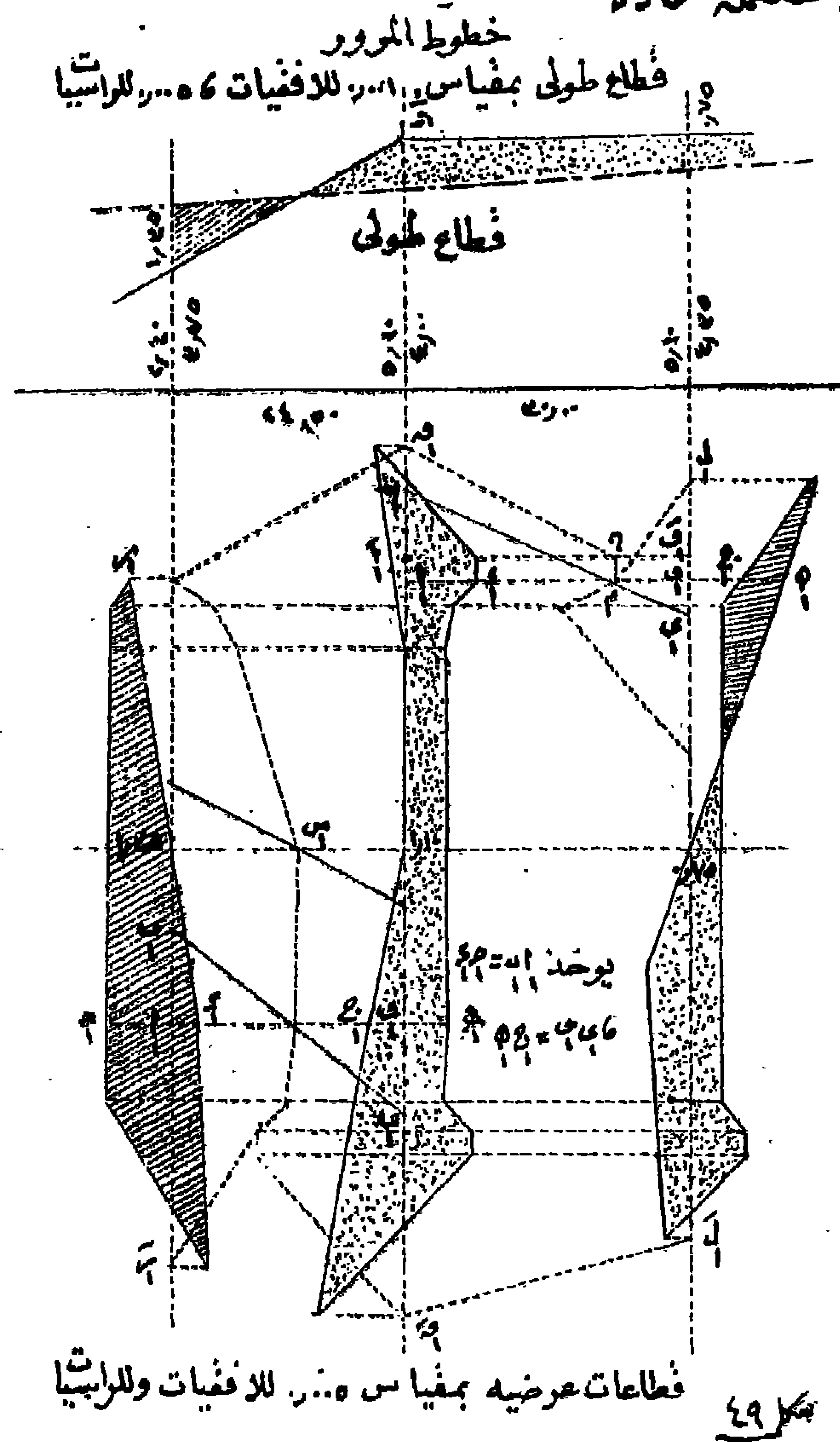
وحينئذ يكون المحيط ا ل ط و س لا هو خط المرور الذي ينتهي اليه الحفر والخط ب ل ط و س ش هو الذي يبتدأ منه الردم والخط ل ط و س هو خط تقاطع سطح الارض الطبيعي بسطح التصميم وبناء على ذلك يمكن ان يقال أن الردم محدد تحديدا تاما بالخط المنكسر و م ٢ ف ب ل ط و س ش ا ب ما عدا الخط ب ا

ولتعيين نقط المرور بالرسم كنقطة ل مثلا يؤخذ ر د = هـ ج ، س ك = س ص ثم نصل بين النقطتين ء ، ك

شكل ١٩٩ تنبيه - السطح الافقي والسطوح المائلة التي تحدد جانبي الطريق تقابل على العموم السطح الاتفاقي السابق تعريفه في (شكل) على حسب جملة منحنيات وهذه المنحنيات تعوض دائما بالمستقيمات ا ل ، ل ط ، ... الخ

شكل مثال آخر

تنبيه مثال آخر - شكل ٤٩ مرسوم فيه جزء من قطاع طولى وثلاثة قطاعات عرضية والقطاعات المذكورة مرسومة بالمقاييس المستعملة عادة



شكل ٤٩

وعرض الطريق ١٠ متر والحفر مبينة عليه والردم مبين بهاشور والحفر بنقط صغيرة وسطح تمايل الردم انحداره ١٫٥ للقاعدة على ١ للارتفاع والحفر ميله ١ على ١ (شكل ٤٩) والرقم ٠٫٥ للردم على المحور أخذ جهة اليسار في القطاع العرضي وعلى ذلك لزم وضع رقم الحفر ٠٫٧٥ جهة اليمين لمحد المستقيم الذي يدل على خط التصميم والخط المنكسر الذي يمر بنقطة ء يدل على الأرض الطبيعية ويحصل عليه بواسطة الميزانية العرضيه

ولأجل أن يعين على ا ب نقطة خط المرور يقسم البعد ا ب الى جزئين متناسبين طرديا للمقدارين حـ ء ، جـ هـ

وفي العادة لا يبحث عن نقطة المرور الموجودة على ا ب بل يرسم من نقطة م العمود م ح وتوصل نقطة هـ بنقطة ح ونقطة م بنقطة ك

وشو الحفر ينتهى بالمستقيم هـ ح وشو الردم لا يمتد خلف م ك لأجل أن لا تردم الحفره وتعيين النقط ك ، هـ ، ب ، ا ، ا ، ب ضرورى جدا لأنها تعين عرض الطريق

وأما معرفة النقط الأخرى من خطوط المرور لا يكن لها هذه الأهمية ولذلك لا يشتغل في أعمال السكك الحديدية بالبحث عن الخطوط التي مثل ب ب ب

تغيير القطاعات

٤١٦ أسباب التغيير ـــ أنه بعد تعيين القطاع الطولى والقطاعات العرضية الكافية لدراسة قطعة أرض يراد انشاء عمل ما عليها قد يحتاج الأمر لبعض قطاعات عرضية لم تعين من على الأرض فحينئذ يلزم ان تقدر مناسيبها على حسب مناسيب القطاعات الحاصرة لها ويجرى ذلك بدون الرجوع لعملية القياس على الأرض

وكذلك ربما يحتاج الأمر لنقل القطاع الطولى للوصول لعمليات حفر أو ردم أقل كلفة من السابقة أو أسهل في العمل

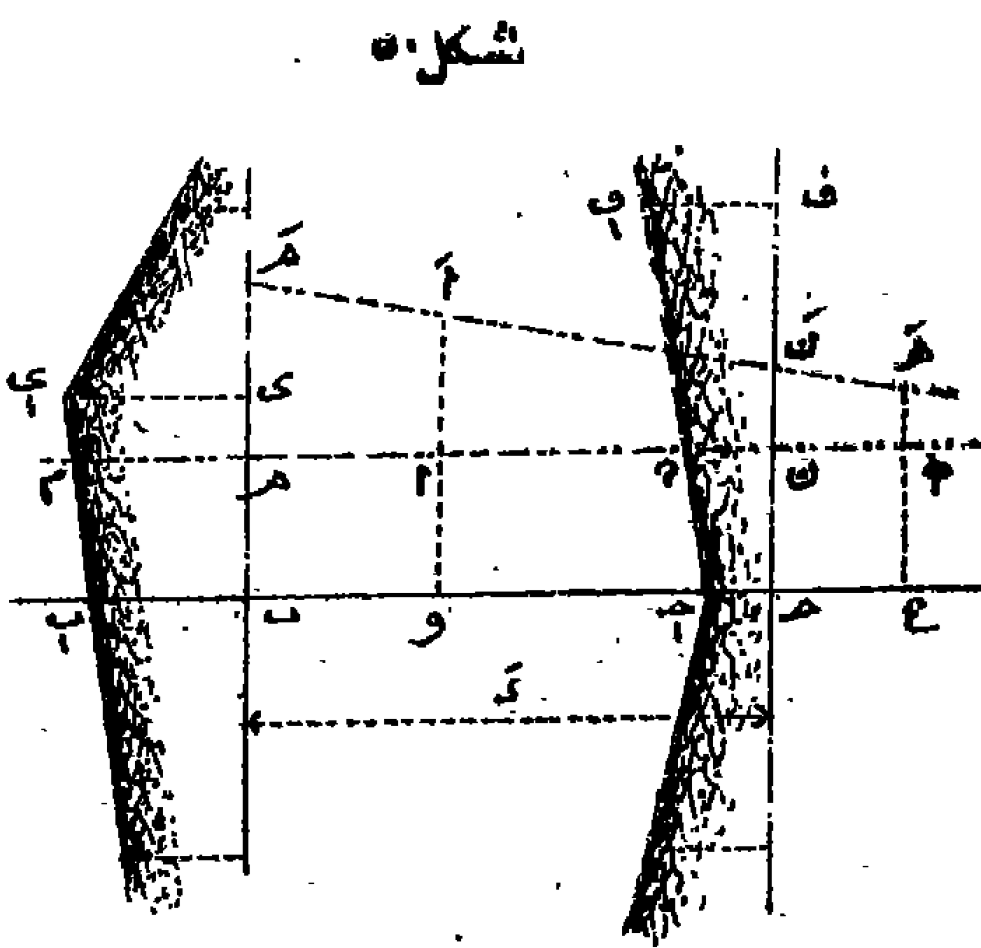
فاذا اختلف الخط الجديد قليلا عن الأول وكان موجودا بتمامه فى المنطقة التى درست من على الأرض فيستغنى الحال عن دراسة الخط المذكور دراسة جديدة من على الأرض لأنه بموجب القطاعات السابق عملها يتيسر معرفة القطاع الطولى الجديد وكذلك القطاعات العرضية المطابقة له

واذا كان اتجاهان متصلين بمحنى فيلزم تعيين القطاع الطولى على حسب هذا المحنى وكذلك القطاعات العرضية العمودية على المحنى المذكور

وقبل ان نشتغل بدراسة ماسبق ذكره نحل المسئلة الآتية

٤١٧ المطلوب تعيين رقم نقطة معلوم بعدها عن القطاع الطولى وعن القطاعين العرضيين الأكثر قربا منها

ليكن ب ح القطاع الطولى ، ب ب ى ى ، ح ح ف ف القطاعين العرضيين المتتاليين الحاصرين بينهما النقطة المعلومة ٢ ومعلوم أيضا ٢و ، ب و وكذلك البعد بين القطاعين وهو ى والمطلوب تعيين رقم نقطة ٢ شكل ٥٠



شكل ٥٠

الحل الرسمى ـــ لذلك يكفى تطبيق المستوى الرأسى م ن بأخذ البعدين م م َ ، ن ن َ مساويين للمنسوبين المطابقين لهما وهما م م ، ن ى من القطاعين العرضيين فيحصل بذلك على ٢ ٢َ وهو منسوب نقطة ٢

الحل الحسابى ـ حل هذه المسألة يرجع للمسئلة المعروفة ٣٨٧

فبما أن كلا من ب ب ، ع ب ، ب ى معلوم فيحسب الأحداثى م م وكذلك يعين ن ى حيث أن الأبعاد ح ح ، ف ب ، ح ف معلومة

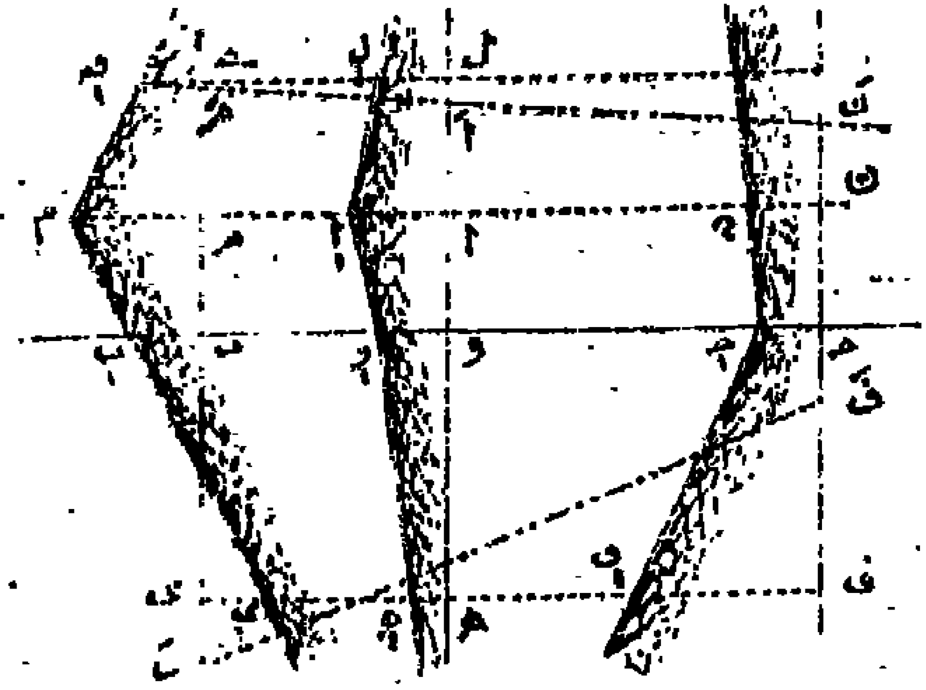
ولحساب ٢٢َ يجرى العمل كما سبق لأنه فى هذه الحالة يصير كل من م م َ ، ن ن َ ، م ٢ ، م ن معلوما

فليكن م م َ = ٥,٢٠ ، ن ن َ = ١,٦٠ ، م ٢ = ١,٤٠ ، ى = ٤,٨٠ فيكون

$$٢٢َ = ٥,٢٠ - \frac{(٥,٢٠ - ١,٦٠) \times ١,٤٠}{٤,٨٠} = ٤,١٥$$

٤١٨ تنبيه

٢٤٠٣ تنبيه - يمكن ان يحصل بمثل ماسبق على رقم نقطة ﻫ الموضوعة بالقرب من القطاع لكنها موجودة في الجهة الثانية من القطاع الأخير المرفوع متى كان الانحدار مَ نَ هَ ثابتا شكل ٥١


شكل ٥٢

ولنأخذ نفس المعاليم السابقة ماعدا البعد م ﻫ للنقطة المعلومة المساوى ٥٠ر٥
فيستعمل ايضا القانون

$$هَ = م - \frac{م ﻫ (م - ى)}{ى}$$

أعنى أن

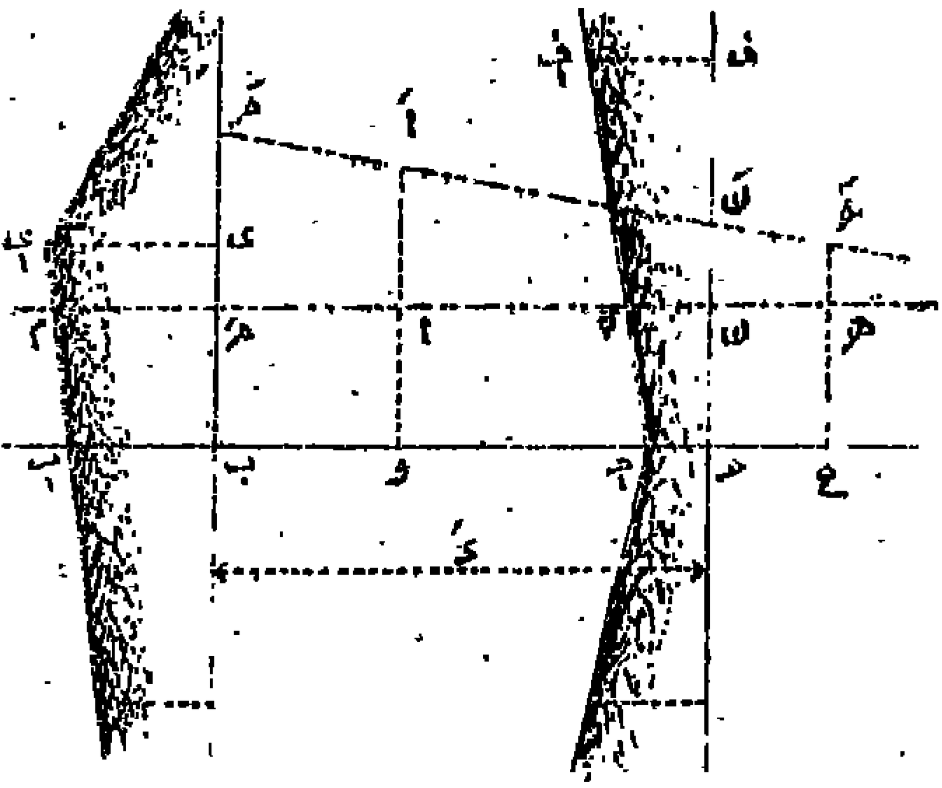
$$هَ = ٠٫٢٠ - \frac{٥٫٥٠ (٠٫٢٠ - ٠٫٦٠ -١ر١)}{٨٠ر٤} = ١ر٠٧٥$$

٢٤٠٤ المطلوب نقل القطاع الطولى بالتوازى لنفسه شكل ٥١

اذا فرض أن م ن هو مسقط القطاع الطولى المستجد فيحصل على انطباق مَ نَ كما اجرى بند وبحسب الاحداثيات م م، ن ى ... الخ وأما القطاعات العرضية فلا تتغير
وأما اذا كان القطاع الطولى المستجد يقطع الأول فالقطاعات العرضية تكون متغيرة

٢٤٠٥ مسئلة - المعلوم قطاعين عرضيين متوازيين والمطلوب ان يعين بينهما قطاع يكون موازيا لكل منهما

ليكن ب، ﻫ القطاعين المعلومين شكل ٥٢ ، ﻫ ل أى القطاع المطلوب فنرسم من النقط الأصلية ى، ب، م، ﻫ للقطاعين المعلومين مستويات موازية للقطاع الطولى لأجل أن نعين احداثيات النقط المطابقة لها من القطاع المطلوب


شكل ٥١

الحل الرسمى - لذلك تطبق المستويات المتوازية بأن نطبق ﻫ ن على هَ نَ للحصول على ٢ ٢َ الذى يؤخذ بالابتداء من ٢ الى ٢َ

واذا كان الاحداثيات مختلفى الجهة كما فى حالة ى ف فيطبقا فى جهتين متضادتين على حسب ى ىَ، ف فَ مثلا وبما أن المنسوب ﻫ هَ متحد الجهة مع ف فَ فيؤخذ من ﻫ الى ﻫ

الحل الحسابى - لذلك نحسب المنسوبات المختلفة ا ب، ٢ ٢َ، و و، ﻫ ﻫ للقطاع المتوسط كما فى (٢٤٠٣ و ١٨٧ بند)
فلحساب ﻫ ﻫ يوضع

$$ﻫ ﻫ = ف ب - \frac{ف ﻫ (ف ب + ى ف)}{ف ى}$$ (١٨٩ بند)

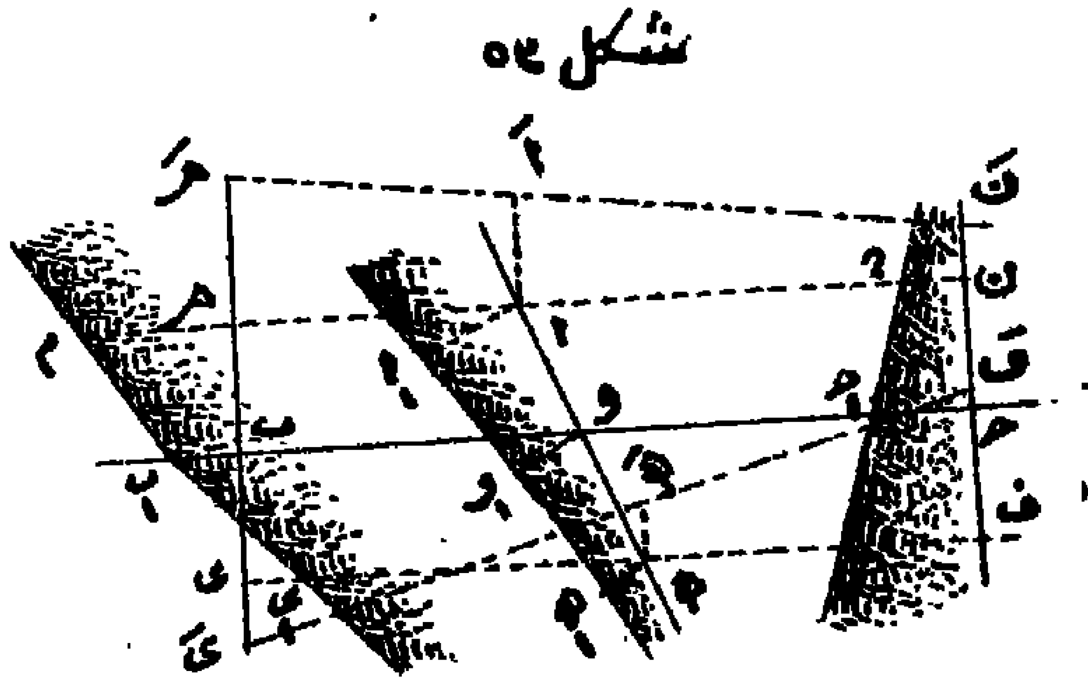
٢٤٠٦ حالة خصوصية - اذا كان القطاع المطلوب متساوى البعد عن القطاعين المعلومين فأحداثى أى نقطة يكون نصف المجموع الجبرى للاحداثيين المطابقين له من القطاعين المعلومين

مثلا في الحالة التي تكون فيها نقطة و في استواء ب ح يوجد

ل ب = (و ف - ع ع) / ٢ ، ٢ ٢ = (م م + ن ن) / ٢ الخ ،

ه ه = (ف ف - ى ى) / ٢

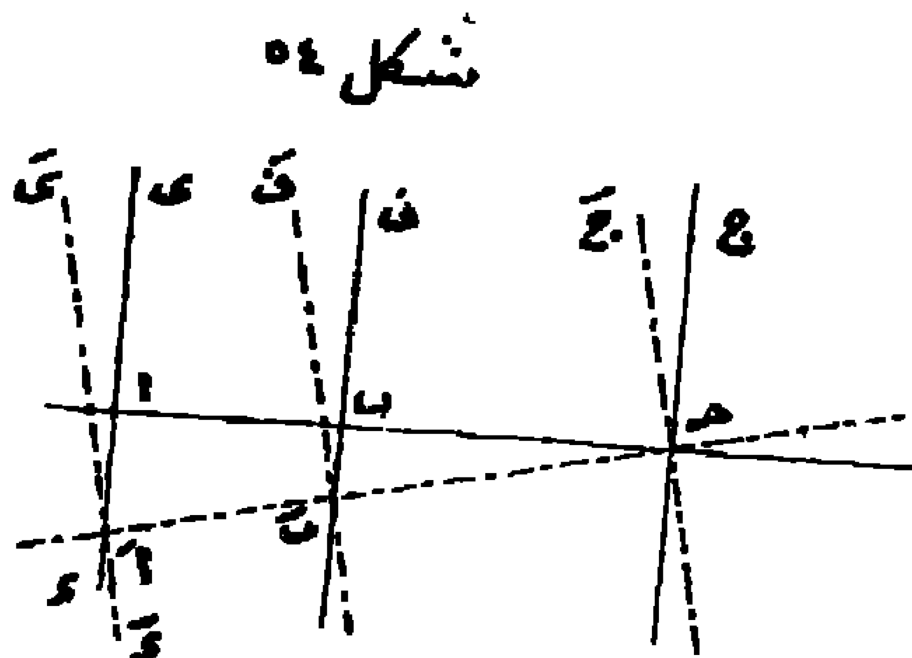
٢٠٧ مسئلة - المطلوب تعيين قطاع متوسط بين قطاعين متتاليين بحيث لا يكون موازيا لهما ليكن ب ح ، ع م ، ف ن القطاع الطولى والقطاعين العرضيين المعلومة ولكن ٢ه أثر القطاع العرضي المطلوب ايجاده شكل ٥٣ فبناء على ما سبق


شكل ٥٣

في (بند ١٨٧) تعيين احداثيات النقط ٢ ، و ، ه وتؤخذ على ٢٢ ، و و ، ه ه المقامة اعمدة على الأثر المعلوم ٢ه

٢٠٨ المطلوب تعيين القطاعات العرضية المطابقة لقطاع طولى مايل على القطاع المعلوم

ليكن ٢ ب ح ، ٢ ى ، ب ف ، ح ج .... شكل ٥٤ القطاعات المعلومة ، ح ث المسقط الافقي للقطاع المطلوب تعيينه


شكل ٥٤

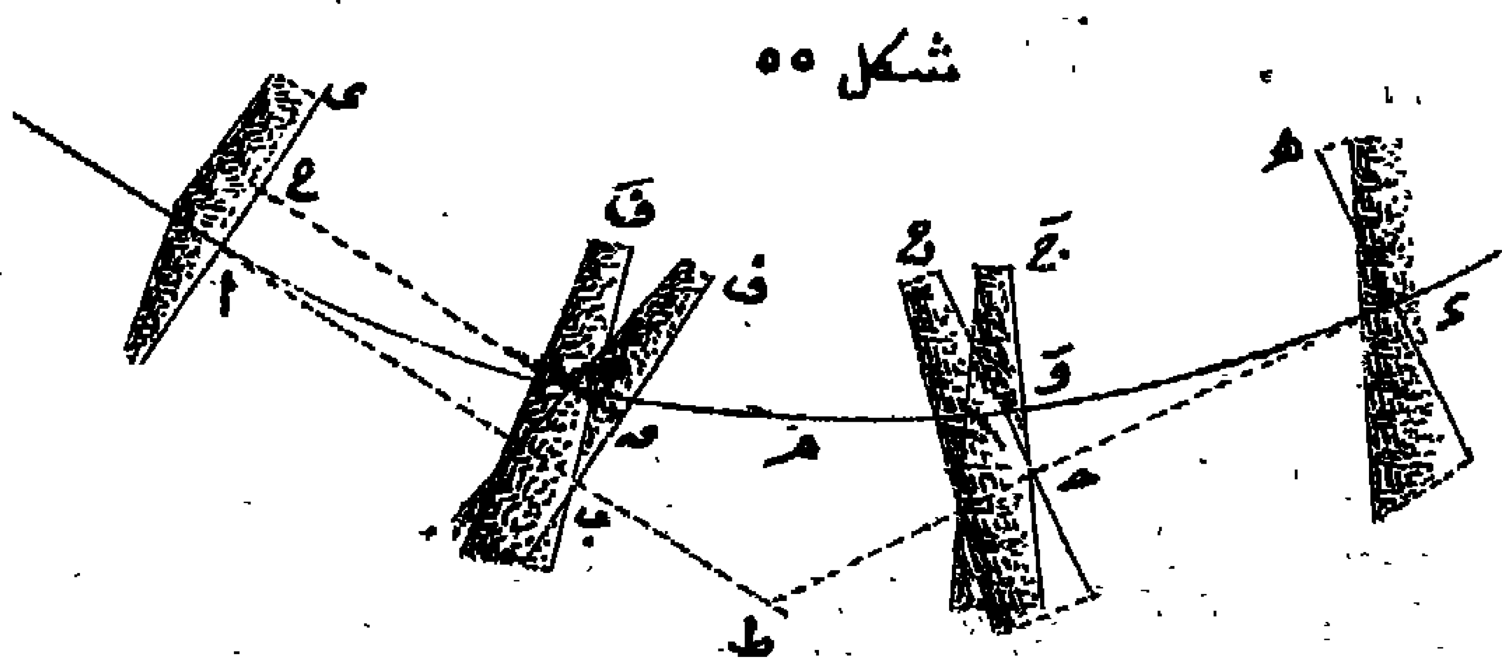
فلتعيين القطاعات العرضية المطلوبة يقام من النقط ٢ ، ث ، ح أعمدة على ح ٢

اما منسوب نقطة ٢ فمعلوم حيث انها موجودة على القطاع المعلوم ى ٢ ى ثم تعين احداثيات بعض نقط أخرى من ى ٢ ى ويجرى العمل بهذه الكيفية بالنسبة للقطاعات الأخر

٢٠٩ تنبيه - يعتبر القطاع المرفوع مباشرة من على الأرض وهو ى ٢ ى شكل ٥٤ ممتدا عن يمين وعن شمال المحور ٢ ب ح لأجل ان القطاع ى ٢ ى الذى يتحصل عليه يكون له العرض الكافي في كل جهة من جهتي المحور الجديد ٢ ث ح

فاذا كان العرض ٢ ى لا يكفي بالكلية فيكون من الخطر تجديد اعادة البحث على الأرض في الاتجاه ٢ ى

٢١٠ مسئلة - المطلوب تعيين القطاعات العرضية المطابقة لمنحنى اتصال طريقين معلوم قطاعها العرضيان


شكل ٥٥

ليكن ط ١ ، ط ى الاتجاهين المتصلين بالمنحنى ١ م ى ، ٢ ى ، ب ف ، ح ج ، ى ه قطاعات عرضية مختلفة رفعت في آن واحد مع القطاعين الطوليين ١ ط ، ط ى

فبما أن الخط ١ م ى هو محور الطريق فيطلب

تعيين

تعيين القطاعات العرضية مثل ب ق ق ، د و ج العمودية على المنحنى
وحيث أن احداثى نقطة ب معلوم فيرجع الأمر للمسئلة المعروفة فى (ن ٧٠ د) ومن الضرورى تعيين
منسوب نقطة ق احدى نقط المحور
ولأجل ذلك يرسم من النقطة المذكورة المستقيم ه ع موازيا لاتجاه الطريق فرقى النقطتين ه ، ع
يسمحان لتعيين رقم نقطة ق (ن ١٨٧ د)

ن ١١٢ د تنبيه ـ عند رسم القطاعات من على الارض يعد القطاع العرضى ب ف من جهة المنحنى
المسئلة السابقة مستعملة كثيرا فى الاشغال العملية لأن محور التخطيط يتركب دائما من جملة اتجاهات
متتالية

مساحة القطاعات العرضية

ن ١١٢ د تقدير مساحة القطاعات العرضية ـ لاجل الحصول على مكعبات الحفر او الردم يلزم تقدير مساحة كل
قطاع عرضى
ومعظم اقلام رسم هندسة السكك الحديدية تستعمل لتقدير تلك المساحة طريقة تقسيم شكل القطاع الى
أشباه منحرفة ومثلثات قائمة الزوايا
فمثلا فى (ن ١٨٤ د) يلزم ان يحسب بعد النقطتين ل ، هـ عن المحور شكل ٢٩ ثم يوضع الجدول الآتى

مثلث	$\frac{٢,٥٥ \times ٤,١٦}{٢}$	$= ٧,٤٨$
شبه منحرف	$\frac{٢,٥٥ + ٢,٠٢}{٢} \times ٢,٦٠$	$= ١١,٨٢$
شرحه	$\frac{٢,٠٢ + ٢,٨٠}{٢} \times ٢,٦٠$	$= ١٠,٤٨$
مثلث	$\frac{٢,٨٠ \times ١,٦٤}{٢}$	$= ٢,٧٠$
الجملة		٢٩,٤٢

فاذا وجد بأحد القطاعات جزء حفر والآخر ردم تحسب مساحة كل جزء على حدتها
وفى كثير من مكاتب الهندسة يقاس ق ل ، ق ه على الرسم عوضا عن حسابها بحسب (ن ١٨٤ د شكل ٢٩)
ومع ذلك فأن عملية حساب القطاعات عملية مطولة ومملة جدا ولهذا السبب بحث عن طرق أخرى
اكثر سرعة للحصول على المساحة مقربة تقريبا كافيا ولذلك يستحسن استعمال ملف ديوى أو البلانيمتر
القطبى المشروحين فى الجزء الأول من كتاب فن الطبوغرافيا

تكعيب الجسور

استعمال الطريقة المضبوطة

ن ١١٣ د تعريف ـ تكعيب الجسور هو تقدير الأتربة اللازم حفرها أو ردمها
ولنذكر الطريقة المضبوطة لأنها مستعملة فى الأعمال الدقيقة ونطيل الكلام خصوصا على طريقة
المساحة المتوسطة لأنها هى الوحيدة المستعملة فى الاشغال العمومية

١٤ـ الطريقة المضبوطة - المطلوب تقدير حجم منشور قائم رباعي ناقص منه بمستو شمالي ا ب جـ ء

فمن المعلوم أن المنشور هو المتوسط الحسابي لأربعة مناشير مثلثية وكل منشور منها له ثلاثة احرف جانبية من الارتفاعات أ، بَ، جَ، ءَ وقاعدته احدى الأربعة مثلثات ا ب جـ، ا ء جـ، ب ا ء، ب جـ ء وحينئذ اذا رمزنا لهذه المثلثات بالحروف ب، ء، ا، جـ يكون

شكل ٥٦

$$ح = \frac{1}{2}\left[ا \frac{أ+بَ+ءَ}{3} + ب \frac{أ+بَ+جَ}{3} + جـ \frac{بَ+جَ+ءَ}{3} + ء \frac{أ+جَ+ءَ}{3} \right] \quad ...(ا)$$

$$ح = \frac{1}{6}\left[ا (أ+بَ+ءَ) + ب (أ+بَ+جَ) + جـ (بَ+جَ+ءَ) + ء (أ+جَ+ءَ) \right] \quad ...(ب)$$

١٥ـ احوال خصوصية - القانون العمومي السابق له استعمال مهم جدا ولكنه يختصر كثيرا في الاحوال الخصوصية التي توجد في أغلب الأحيان في الاشغال العملية

١٦ـ شبه المنحرف - اذا كانت القاعدة شبه منحرف قاعدتاه المتوازيتان ا ب، ء جـ شكل ٥٧ فالمثلثان ا، ب يكونان متكافئين وكذلك المثلثان جـ، ء وحينئذ القانون (ب) يؤول الى

شكل ٥٧

$$ح = \frac{1}{6}\left[ا (2أ + 2بَ + جَ + ءَ) + جـ (أ + بَ + 2جَ + 2ءَ) \right] \quad .... (جـ)$$

١٧ـ تنبيهان - الأول - يوجد في غالب الأحوال أن الحرفين الجانبيين بَ، جَ يكونان معدومين

وحينئذ فقانون (جـ) يؤول الى

شكل ٥٨

$$ح = \frac{1}{6}\left[ا (2أ + ءَ) + جـ (أ + 2ءَ) \right] \quad .... (ء)$$

وهذا القانون يمكن كتابته

$$ح = \frac{ل}{12}\left[م (2أ + ءَ) + مَ (أ + 2ءَ) \right] \quad .... (ءَ)$$

الثاني - اذا كان مَ معدوما فيؤول القانون الى

$$ح = \frac{ل م}{12} (2أ + ءَ) \quad .... (فَ)$$

١٨ـ القاعدة مستطيل - اذا كانت القاعدة مستطيلة فالاربعة مثلثات ا، ب، جـ، ء تكون متساوية وكل واحد منها يكون مساويا نصف المستطيل م وحينئذ قانون (ا) يؤول الى

$$ح = \frac{ا}{2} (أ + بَ + جَ + ءَ) \quad أو$$

$$ح = م \frac{أ+بَ+جَ+ءَ}{4} \quad ..... (جَ)$$

وحينئذ يتحصل على الحجم بضرب مستطيل القاعدة في المتوسط الحسابي للاربعة ارتفاعات

١٩ـ تنبيهان - الأول - اذا رمز بحرف م لشبه المنحرف القائم ب ا ا ب وبحرف مَ لشبه المنحرف جـ ء ء جـ وبحرفي ل، م لبعدي القاعدة المستطيلة فقانون (جَ) يمكن كتابته

ح = (م...

ح = (م $\frac{آ+ب}{٢}$ + م $\frac{ج+ء}{٢}$) لَ أو ح = $\frac{ﻫ+ﻫَ}{٢}$ لَ .... (ﻫَ)

وحينئذ يتحصل على الجم المطلوب بضرب نصف مجموع شبهى المنحرف ﻫ ، ﻫَ فى البعد لَ

الثانى القانونان (جَ) ، (ﻫَ) يطبقان حتى فى الأحوال التى يكون فيها واحد أو جملة من الأحرف لجانبية معدوم ولكن كل من حَ ، ءَ يساوى صفر فيكون

ح = م $\frac{آ+ب}{٤}$ .....(جَ) ، ح = $\frac{ﻫ}{٢}$ لَ .....(ﻫَ)

ن ٢٢٠ د اسباب قلة استعمال الطريقة المضبوطة ـ الطريقة المضبوطة مستعملة قليلا أو نادرة الاستعمال بالكلية بسبب طولة الأعمال الحسابية الناشئة عنها

والحالة الموافقة كثيرا التى تقع غالبا فى الأعمال وهى التى تكون فيها القاعدة مستطيلية الشكل تحسب بالضبط بطريقة المساحة المتوسطة

وبخلاصة ما ذكر أنه ليس من المفيد ان نطبق على حساب مكعبات الجسور الطريقة المضبوطة لأن طبيعة الأرض لا توجد فيها هذه الصفة لأن القوانين السابق ايجادها لا تختص الا بالمناشير الناقصة المحدودة بأوجه مستوية أو بسطح شمالى مع أن السطح الحقيقى للأرض يمكن ان يختلف كثيرا عن السطح الاتفاقى السابق تعريفه س ١٨٢ د

طريقة المساحة المتوسطة

ن ٢٢١ د المساحة المتوسطة ـ طريقة المساحة المتوسطة عبارة عن ضرب نصف مجموع القطاعين المتتاليين المتحدى الأسم بالبعد الكائن بين القطاعين

ومن الضرورى البحث عن الأحوال المختلفة التى يمكن وقوعها فى العمل لأن كثيرا منها لا يدخل فى الطريقة العمومية السابق ذكرها

ن ٢٢٢ د الحالة الأولى ـ نفرض ان القطاعين متحدا الاسم والعرض

شكل ٥٩

فليكن اب حء ، آبَ جَ ءَ قطاعين متتاليين من الردم مثلا وأن وَ هو بعد القطاعين المذكورين وانهما منتهيين بالمستقيمين آآَ ، ءءَ الموازيين للمحور

فنرسم من جميع الرؤس مثل ب ، ح ، جَ ، ـﻫ ، حَ مستويات موازية للقطاع الطولى المار بالمحور ووَ

فالقطاعات العرضية تقطع على حسب الأعمدة المطبقة على الرسم فى ح ف ، جـ ف ، جَ ﻫَ ، ج ﻫ

فيتحصل على مناشير ناقصة قاعدة كل منها المستطيل ح ﻫ ﻫَ حَ لسطح التقسيم ووجهيه المتقابلين شبهى المنحرف ﻫ ، ﻫَ وينتهى من الجهة المقابلة لمستطيل القاعدة بالسطح الشمالى المرسوم بمستقيم يتحرك بالتوازى للقطاع الطولى بحيث يبقى

دائما متكئاً على المستقيمين ف ج ، ب ج (شكل ٨٢)

والجسم عبارة عن متوازى السطوح ومعلوم أن حجمه يحصل بضرب نصف مجموع شبهى المنحرف ق ، ق

فى البعد ل الذى يفصل القطاعين (شكل ٨١) وحيث ان القانون الذى وجد بالطريقة المضبوطة (شكل ٨١) هو أيضا

$$ح = \frac{ق + ق}{٢} ل$$

فالجسم الذى وجهاه المتقابلان المثلثان ح ء ف ، ج ءَ ف يكون متوازى سطوح أيضا ويكون حجمه

$$\frac{ح ء ف + ج ءَ فَ}{٢} ل$$

ومع ذلك فالطريقة المضبوطة توصل للناتج عينه

لان الجسم المقتضى معرفة حجمه يكافئ الجسم الذى وجهاه المتقابلان المثلثان ح ى ف ، ج ىَ فَ

المكافئان على التناظر للمثلثين الأولين وهذا الجسم الأخير يمكن اعتبار ان قاعدته المستطيل ح ى

، ج ىَ وارتفاعه جىَ ، ح ف حيث ان الارتفاعين المارين بالرأسين ى ، ىَ معلومات

وحينئذ قانون (هـ) شكل ٨٢ يمكن تطبيقه

والأجزاء المختلفة للجسم المراد تقديره مشابهة لأحد الجزئين السابقين فحينئذ اذا رمز بحرفى ا ، اَ لسطحى القطاعين يوجد

$$ح = \frac{ا + اَ}{٢} ل \quad .... (٢)$$

شكل ٨٣ الحالة الثانية . نفرض ان القطاعين محدبى الأسم لكنهما مختلفى الطول

فالرأسان ا ، اَ يكونان مختلفى البعد عن المحور واذا رسم من نقطة اَ مستوٍ موازٍ للقطاع الطولى

يوجد اولا

$$\frac{ب ا من ق + بَ اَ قَ}{٢} ل$$

ولكن يبقى هرم قاعدته ا ا م وارتفاعه ل يلزم حساب حجمه

فحجم هذا الهرم هو $ح = \frac{ا م ن}{٣} ل$

ولكن اذا أخذ نصف مجموع القطاعين أو

$$\frac{ب ا ق + بَ اَ قَ}{٢} ل$$

فيوجد من الحقيقة $\frac{ا م ن}{٢} ل$ بدلا من $\frac{ا م ن}{٣} ل$

فالقطاع المحسوب يكون زائدا بقدر

$$\left(\frac{ا م ن}{٢} - \frac{ا م ن}{٣}\right) ل \quad \text{أعنى}$$

$$\frac{ا م ن}{٦} ل$$

وحينئذ يكون القانون العمومى لنصف مجموع المساحتين لا يوافق تطبيقه فى هذه الحالة بل يلزم أن يمد

مستويان بالنقطتين ا ، ءَ يفصلان هرمين وحينئذ يمكن ان يوضع

$$ح = \frac{ا م ن س ر س + ا ءَ}{٢} ل + \frac{ا م ن + ء ر س}{٣} ل \quad ...... (٤)$$

وهذا القانون يمكن كتابته $ح = \frac{ا ء + اَ ءَ}{٢} ل - \frac{ا م ن + ء ر س}{٦} ل \quad ...... (٥)$

شكل ٨٤ تنبيه

٣٢٤ تنبيه — من النادر في الاشغال العملية ان يعمل التعديل المبين في القانون (ك) السابق بسبب أن المقدار

$$\frac{\text{ا م ن} + \text{د م س}}{٦} \; \text{ل}'$$

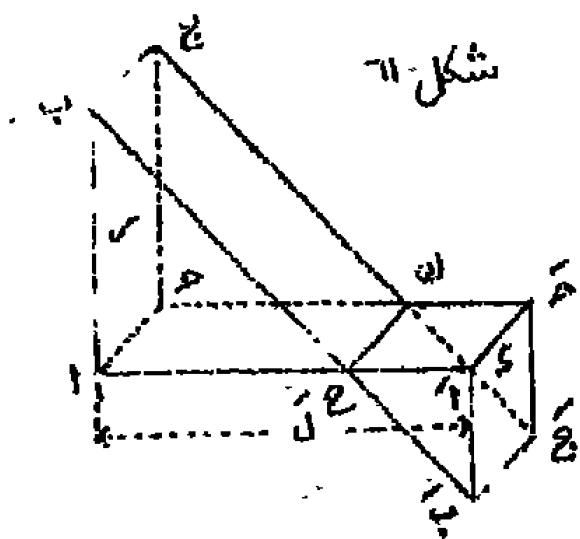
اما ان تكون قيمته قليلة جداً واما ان مجموع العمليات ينتج عنه التعديل الكافي

ويمكن ان يكتب ايضا $\text{ح} = \frac{\text{ا} + \text{ا}'}{٢} \; \text{ل}'$ .... (ل')

٣٢٥ الحالة الثالثة — نفرض ان القطاعين مختلفي الأسم

لنشتغل أولاً بحساب الحجم المحصور بين قطاع مستطيلي م من الردم وقطاع آخر مستطيلي د من الحفر

فليكن ا ا' ح ه هو سطح التقسيم ، ب ب' ج ج سطح الأرض الطبيعية ،



ع ك خط المرور فبما ان المستطيلين م ، د قاعدتاهما ا ح ، ا' ح' متساويتين فتكون النسبة بينهما كالنسبة بين ارتفاعيهما ا ب ، ا' ب' وحيث ان النسبة بين البعدين ا ع ، ا' ع كالنسبة بين ا ب ، ا' ب' فيكون

$$\frac{\text{ا ع}}{\text{ا' ع}} = \frac{\text{م}}{\text{د}}$$

وحينئذ لأجل الحصول على البعدين ا ع ، ا' ع يلزم قسمة البعد ل' الى جزئين متناسبين طرديا للبعدين م ، د

ومن التناسب السابق يحدث

$$\frac{\text{ا ع}}{\text{ا ع} + \text{ا' ع}} = \frac{\text{م}}{\text{م} + \text{د}} \quad \text{ومنه} \quad \text{ا ع} = \text{ل}' \frac{\text{م}}{\text{م} + \text{د}} \; \ldots\ldots \; (\text{م})$$

وكذلك يوجد

$$\text{ا' ع} = \text{ل}' \frac{\text{د}}{\text{م} + \text{د}} \; \ldots\ldots \; (\text{م}')$$

وحيث ان شكل الردم منشور مثلثي فيكون

$$\text{ع} = \frac{\text{ا ب} \times \text{ا ع}}{٢} \times \text{ا ح} \quad \text{أو}$$

$$\text{ع} = \text{ا ب} \times \text{ا ح} \times \frac{\text{ا ع}}{٢} = \text{م} \times \frac{\text{ا ع}}{٢}$$

وكذلك يكون الحفر

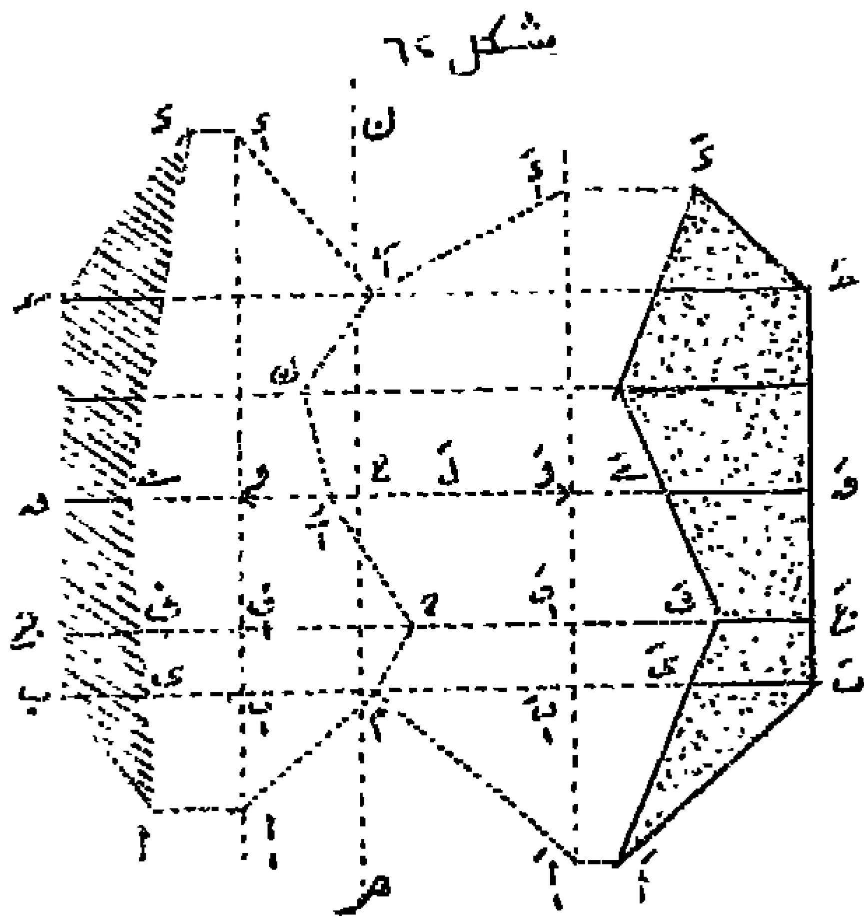
$$\text{ع}' = \text{د} \times \frac{\text{ا' ع}}{٢}$$

٣٢٦ قاعدة عملية — اذا كان القطاعان المتتاليان المعلومان مختلفي الاسم فيلزم قسمة البعد بين القطاعين المذكورين وهو ل' الى جزئين متناسبين طرديا للبعدين م ، د ثم يضرب م في نصف البعد ا ع ويضرب د في نصف ا' ع

٣٢٧ نفرض ان القطاعين حيثما اتفقا — اذا كان احد القطاعين للردم والثاني للحفر واريد الحصول على حجم كل من الردم والحفر بالضبط لزم ان يرسم اولا خط المرور

لكن و و' البعد بين القطاعين المعلومين وهما ا ب ح د ، ا' ب' ح' د' شكل ٦٢ وأولهما للردم والثاني للحفر [القطاعان يمكن رسمهما متباعدين ببعد حيثما اتفق عن النقطتين و ، و']

فمن المعلوم انه للحصول على خط المرور تسقط النقطة ا في ا' ، ا' في ا ثم يقسم ب ب' الى



الجزئين ب م ، بَ م المناسبين لمنسوب الردم س ى ولمنسوب الحفر سَ ىَ (شكل ١٩٨ ، شكل) وكذلك يوجد

ف ه / فَ ه = ف ع / فَ ع ، و ع / وَ عَ = ـ ه / ـَ هَ ، ..... الخ

ويحدد الردم على الأرض بالخط المنكسر ا م ع ه ب ا

ويحدد الحفر بالخط اَ م ه ع ب ا

شكل ٢٢٨ - تقدير مكعبات الردم - الردم يشتمل على الأجسام الآتيـة

اولاً - هرم قاعدته ا ب م وارتفاعه س ى فيكون حجمه

ع = ا ب م × س ى / ٣ أو ع = ا س ى × ب م / ٦

ثانياً - جسم قاعدته شبه المنحرف ب م ه ف ، س ى ، ع ف هما الارتفاعان المطابقان للنقطتين ب ، ف وأما الارتفاعات المطابقان للنقطتين م ، ه فمعدومان

وفي الحالة الخصوصية التي يكون فيها س ى يساوى ع ف يمكن اعتبار قاعدة الجسم المستطيل س ى ف ع والارتفاعان ب م ، ب ه المطابقان للنقطتين س ، ع وحينئذ يكون

ع = س ى ف ع (ب م + ب ه) / ٤ أو

ع = ب ف م ه س ى / ٢ [شكل ٢١٩ قانونا ع ، هَ]

وثالثاً - جسم وجهان من أوجهه شبها المنحرفين ع ف ـ ه ، ف ه ع و ويتحصل على حجمه بالضبط باستعمال قانون (ى) شكل ٢١٧

وجميع الأجسام الجزئية لمكعبات الردم والحفر ترجع لأحد الأجسام السابقة وفي الغالب تعوض الأعمال الحسابية الدقيقة السابقة بالطريقة الآتية

شكل ٢٢٩ قاعدة عملية - للبحث عن مكعبات الردم والحفر السابق إيجادها يقسم البعد بين القطاعين وهو وَ الى قسمين وع ، وَع مناسبين لمساحتي القطاعين المعلومين أي قطاعي الردم والحفر ويضرب كل قطاع في نصف البعد المطابق له وعلى ذلك يكون

الردم = ا س ه ى × (لَ × ا س ه ى) / (٢ (ا س ه ى + اَ سَ هَ ىَ))

الحفر = اَ سَ هَ ىَ × (لَ × اَ سَ هَ ىَ) / (٢ (ا س ه ى + اَ سَ هَ ىَ))

شكل ٢٣٠ - القطاع التصوري - لترجيع هذه الحالة للسابقة وخصوصاً للقيد في الدفاتر يتصور قطاع م ن شكل ٦٢ سطحه معدوم ثم يقال

أنه لأجل الحصول على مكعب الردم يضرب نصف مجموع القطاعين ا ى ، م ن في البعد بينهما وهو وع وأما الحفر

وأما الحفر فيساوى $\frac{أ ذَ + م ن}{٢} \times ع وَ$

٢٣١ ـ نقطة المرور ـ النقطة ع تسمى نقطة المرور ولكنها لا تنطبق فى كثير من الأحوال على النقطة عَ التى يقطع فيها خط المرور م ع هـ المحور و وَ

وذلك لأن النقطتين ع ، عَ لا يتعينان مطلقا بكيفية واحدة اذ أن البعدين و ع ، ع وَ مناسبات لسطحى الردم والحفر (٢٩٨ ـ ١٩٨) مع أن و عَ ، عَ وَ مناسبان للمنسوبين ـ ه ، ـ ذَ (١٩٨ ـ ١٩٨)

٢٣٢ ـ الحالة الرابعة ـ اذا كان المعلوم قطاع من الردم والقطاع الثانى جزء منه من الحفر والباقى من الردم أو العكس

فمن نقطة عَ الذى يقطع فيها مستوى التصميم قطاع الأرض شكل ٦٤ وشكل ٦٤ يمد مستو مواز للقطاع الطولى وبهذه الكيفية يرجع للأحوال السابق ذكرها

شكل ٦٤ شكل ٦٤

لأن ا ب ع هـ ، أ فَ عَ قطاعان من الردم (الحالة الأولى والثانية) وأما ع هـ ء حـ فهو قطاع ردم ، عَ ذَ حَ جميعه حفر (الحالة الرابعة)

٢٣٣ ـ الحالة الخامسة ـ نفرض أنه يوجد فى كل من القطاعين جزء حفر وجزء ردم

فمن النقطتين ف ، ـ يمد موازيان للخط و وَ شكل ٦٥ فالقطاعان ا ب ف ، أ ن فَ عَ يكونان قطاعى حفر (الحالة الثانية)

شكل ٦٥

والقطاع ف ـ ه للردم ، فَ ـَ عَ للحفر (الحالة الثالثة)

والقطاعان ـ حـ ء ه ، ـَ حَ ءَ للردم (الحالة الثانية)

٢٣٤ ـ ملخص ـ أولا وثانيا ـ اذا كان القطاعات المعلومين من الحفر بأكملها مثل ا ، ب أو من الردم مثل حـ ، ء فيلزم ان يضرب نصف مجموع القطاعين فى البعد بينهما أعنى يكون

$$ع = \frac{ا + ب}{٢} ا ب \quad ه عَ = \frac{حـ + ء}{٢} \times حـ ء$$

ثالثا ـ اذا كان القطاع ب للحفر والآخر حـ للردم فيقسم البعد بين القطاعين ب حـ الى الجزئين ب م ، م حـ المناسبين لسطحى القطاعين

حينئذ يكون

$$\left.\begin{aligned} ب م &= \frac{ب حـ \times ب}{حـ + ب} \\ م حـ &= \frac{ب حـ \times حـ}{حـ + ب} \end{aligned}\right\}$$ ثم يضرب نصف ب فى ب م ونصف حـ فى م حـ

والحفر $= \frac{\text{ب}}{٢} \times \frac{\text{ب ا ح} \times \text{ب}}{\text{ب} + \text{ح}}$ أو الحفر $= \frac{\text{ب}^{٢} \times \text{ا ح}}{٢(\text{ب} + \text{ح})}$

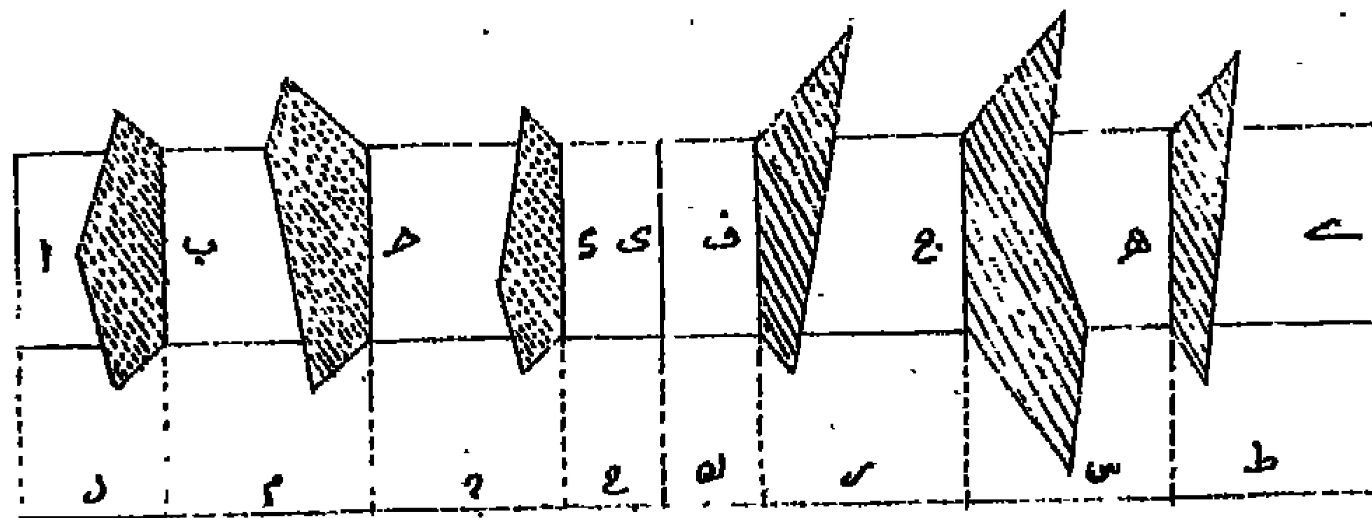
والردم $= \frac{\text{ح}}{٢} \times \frac{\text{ب ا ح} \times \text{ح}}{\text{ب} + \text{ح}}$ أو الردم $= \frac{\text{ح}^{٢} \times \text{ا ح}}{٢(\text{ب} + \text{ح})}$

الحالة الرابعة - نفرض ان قطاع ء للردم والقطاع ى جزء منه ف للردم والباقى ق للحفر فمن نقطة المرور ب يلزم ان يمد مستقيم مواز للمحور وبذلك ينقسم القطاع ء الى جزئين ع، ع َ فالجزآن ع، ف يدخلان فى الحالة الثانية والجزآن ع َ، ق يدخلان فى الحالة الثالثة

الحالة الخامسة - نفرض انه يوجد فى كل من القطاعين ى، ه جزء ردم وجزء حفر فمن نقطتى المرور ب، ب يمد موازيان للمحور وبذلك ينقسم كل قطاع الى ثلاثة اجزاء المتطرفات منها يدخلان فى الحالة الأولى والمتوسط يدخل فى الحالة الثانية

واذا انطابقت الأجزاء كالمعتاد وقوعه فيؤخذ ف، ه معا (الحالة الثانية) ثم ق، ق معا (الحالة الثانية)

٢٣٥ متوسط بعد القطاعين - كثير من المهندسين يختصر طريقة المساحة المتوسطة كما يأتى فعوضا عن ان يضرب نصف مجموع القطاعين المتتاليين فى البعد بين القطاعين يضرب كل قطاع فى نصف مجموع البعدين بين القطاعين المذكورين



والنواتج المتحصل عليها بهذين الطريقتين المختلفتين فى الأعمال الحسابية يلزم ان تكون متطابقة لأن المعالم واحدة

فلو فرضت جملة قطاعات ا، ب، ح، ء .... للحفر أو للردم مبتدأة من خط مرور ا القطاع معدوم ومنتهية بخط مرور آخر فيمين بين أنواع الردم والحفر قطاع تصورى ى مسطحه معدوم ٢٢٩

ولتكن ل، م، ه .... الابعاد بين القطاعات فتوجد النواتج الآتية

متوسط المساحات $\left\{ \begin{array}{l} \text{حفر} = \frac{\text{ب}}{٢}\,\text{ل} + \frac{\text{ب} + \text{ح}}{٢}\,\text{م} + \frac{\text{ح} + \text{ء}}{٢}\,\text{ه} + \frac{\text{ء}}{٢}\,\text{ع} \quad \dots\dots\dots (١) \\ \text{ردم} = \frac{\text{ف}}{٢}\,\text{ك} + \frac{\text{ف} + \text{ع}}{٢}\,\text{ر} + \frac{\text{ع} + \text{ه}}{٢}\,\text{س} + \frac{\text{ه}}{٢}\,\text{ط} \quad \dots\dots\dots (٢) \end{array} \right.$

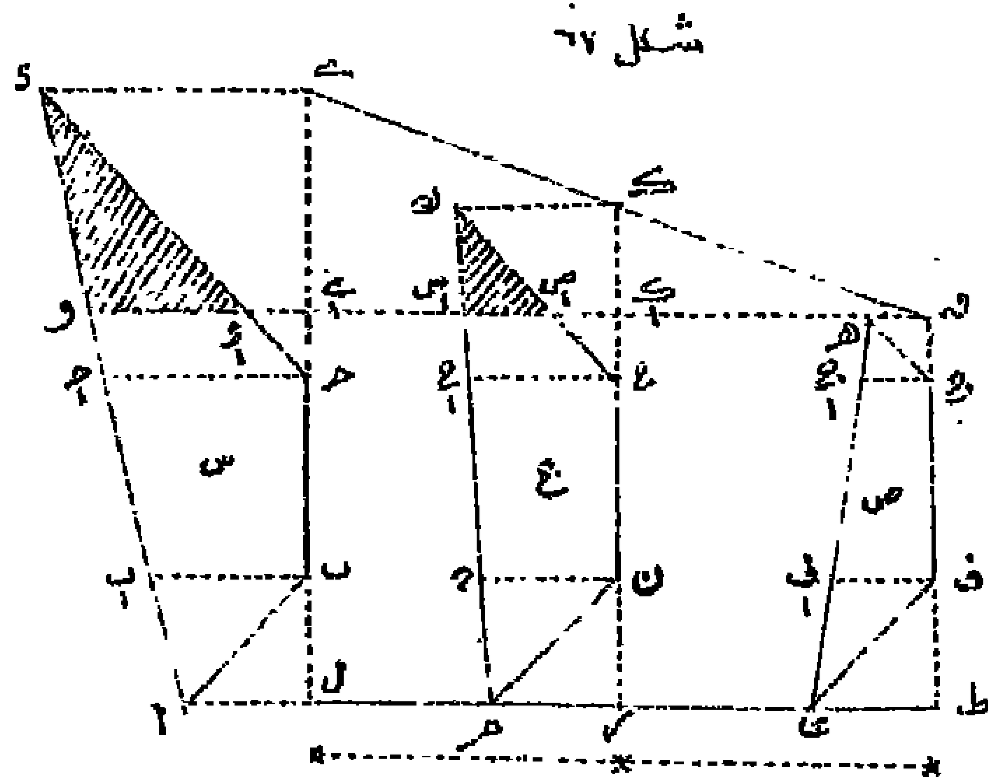
طريقة المتوسط بين القطاعات $\left\{ \begin{array}{l} \text{حفر} = \text{ب}\,\frac{\text{ل} + \text{م}}{٢} + \text{ح}\,\frac{\text{م} + \text{ه}}{٢} + \text{ء}\,\frac{\text{ه} + \text{ع}}{٢} \quad \dots\dots\dots (٣) \\ \text{ردم} = \text{ف}\,\frac{\text{ك} + \text{ر}}{٢} + \text{ع}\,\frac{\text{ر} + \text{س}}{٢} + \text{ه}\,\frac{\text{س} + \text{ط}}{٢} \quad \dots\dots\dots (٤) \end{array} \right.$

فالقانونان (١)، (٣) متطابقان وكذلك (٢)، (٤)

٢٣٦ طريقة المساحة المتوسطة توصل لنتائج أكبر من الحقيقة بكثير فى حالة ما يكون القطاعات المتتاليان المختلفى الأسم مختلفى الطول ولأجل الحصول على تقريب ادق تستعمل طريقة القطاع المتوسط

طريقة مساحة القطاع المتوسط

٢٣٧ـ مساحة القطاع المتوسط ـ لأجل حساب المكعبات الواقعة بين قطاعين متتاليين بطريقة القطاع المتوسط تحسب مساحة القطاع المتساوى البعد عن القطاعين المعلومين من على الأرض وتضرب المساحة المذكورة في البعد بين القطاعين


شكل ٦٧

ليكن س، ص القطاعين المعلومين المتحدى الأسم ونفرض لأجل السهولة ان خط المرور ل ط مواز للمحور وان ء ه حيثما اتفق فيمكن حساب ابعاد القطاع ع المتساوى البعد عنهما بدون رسمه

لأنه اذا فرض ان ك هو منتصف ء ه فينتج من ذلك ان ل ك يكون نصف مجموع ل ء، ه ط ويكون كذلك بالنسبة لكل بعد

أعنى ان بَ صَ يكون نصف و و ويكون ك كَ نصف ء ءَ والخ

وحينئذ يمكن حساب مساحة القطاع ع بدون رسمه

والحجم المحصور بين القطاعين المعينين على الأرض وهما س، ص يعلم بواسطة القانون

ع = ع × ل ط .... (١) عوضا عن ع = (س + ص)/٢ × ل ط ... (٢)

الناتج من طريقة المساحة المتوسطة

٢٣٨ـ تنبيهات ـ الأول ـ القانونان (١)، (٢) لا يعطيان ناتج واحد الا اذا كان

ع = (س + ص)/٢

وهذا لا يتأتى دائما

الثانى ـ القانونان (١)، (٢) يعطيان ناتج واحد فى جميع الأحوال التى يكون فيها القطاعات المتحدا الأسم منتهيين جانبيا بمستقيمين موازيين للمحور أعنى أن

ه ل ع ج = (ء ب ه ج + ف ف ع ج)/٢ وكذلك ه ه ن ن = (ب ب ف ف + ج ج ق ق)/٢ الخ

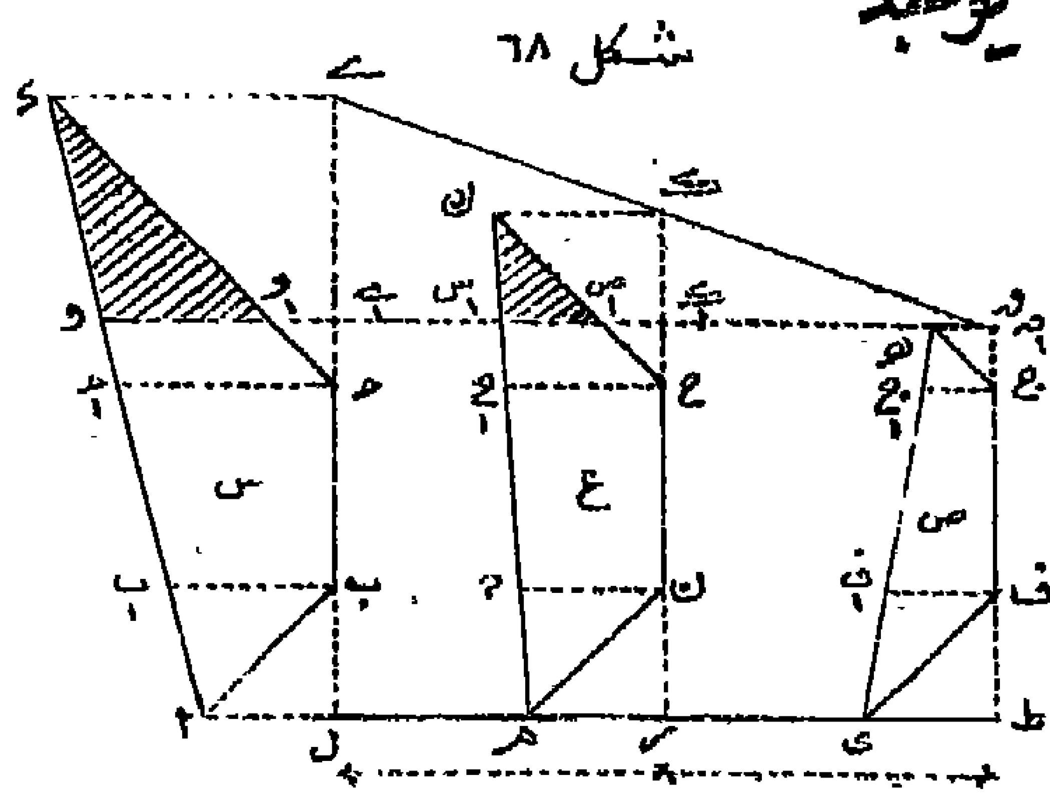
الثالث القانونان (١)، (٢) يعطيان نواتج مختلفة اذا كان القطاعان المتحدا الأسم أو الاجزاء المتقابلة ليست منتهية جانبيا بموازيات للمحور

أعنى ان ك بَ صَ ولو أنه يخالف كثيرا (ء و و)/٢ فأنه لا يساوى الأربعة لأن

بَ صَ = (و و)/٢ ، ك كَ = (ء ءَ)/٢

٢٣٩ـ مقارنة الثلاث طرق ـ الطريقة المضبوطة وطريقة المساحة المتوسطة وطريقة مساحة القطاع المتوسط تعطى ناتج واحد فى حالة ما يكون القطاعان المتحدا الأسم (أو أجزاء القطاعات) محصورين بين موازيين للمحور

وحينئذ الفرق يحدث من تقدير مساحة الهرم الذى قاعدته ء و ق وارتفاعه ب ق
وبالرمز لهذه القاعدة بالحرف ب وللارتفاع بحرف ر يوجد



اولا الطريقة المضبوطة $ع = ء و ق \times \frac{ر}{٣}$ أو

$$ع = \frac{ب ر}{٣} \quad \ldots\ldots\ldots (١)$$

ثانيا طريقة المساحة المتوسطة $ع' = \frac{ء و ق}{٢} ر$ أو

$$ع' = \frac{ب ر}{٢} \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

ثالثا طريقة القطاع المتوسط $ع'' = ك س ص \times ر$ أو

$$ع'' = \frac{ب ر}{٤} \quad \ldots\ldots\ldots (٣)$$

وحينئذ يكون

$$ع' - ع = ب ر \left(\frac{١}{٢} - \frac{١}{٣}\right) = \frac{ب ر}{٦} \quad \ldots\ldots\ldots (٤)$$

$$ع - ع'' = ب ر \left(\frac{١}{٣} - \frac{١}{٤}\right) = \frac{ب ر}{١٢} \quad \ldots\ldots\ldots (٥)$$

وبناء على ذلك يكون

$$ع' - ع = ٢ (ع - ع'') \quad \ldots\ldots\ldots (٦)$$

ويعلم من ذلك أن طريقة المساحة المتوسطة تعطى ناتجا كبيرا جدا وأن طريقة القطاع المتوسط تعطى ناتجا ضعيفا جدا ولكن الفرق (٥) للطريقة الأخيرة ليس الا نصف الفرق (٤) الناتج من الطريقة الأولى

٢٤٠ـ حالة ما يكون المحور منحنيا ـ اذا كان المحور منحنيا فالبعد بين القطاعين هو البعد المحنى الذى يقاس على المحور فى المسافة المحصورة بين القطاعين

وتقدر انواع الحفر والردم على الدوام تقريبا بالقوانين السابق ايجادها فى حالة ما يكون المحور مستقيما (شكل) والفرق بين الحجم الحقيقى والحجم المتحصل عليه بهذه الكيفية يكون صغيرا متى كان نصف القطر يساوى ٣٠٠ متر

وفى الطرق والسكك المجاورة للمدن التى تكون فيها انصاف الاقطار مساوية ١٠ أو ١٥ متر تكون تغيرات الأرض قليلة جدا عما فى السكك الحديدية فيكون الفرق أقل مما سبق

وفى حالة ما يكون الفرق بين مساحتى الشكلين الموجودين فى جهتى المحور كبيرا جدا يلزم أن يبحث عن مركز ثقل كل قطاع على حدته كما هو معلوم فى علم الميكانيكا ثم يضرب نصف مجموع القطاعين المتتاليين المتحدى الاسم فى طول قوس الدائرة الواصل بين مركزى الثقل المذكورين بحيث يكون متحد المركز مع الجزء المنحنى من محور الطريق ـ

٢٤١ـ الطريقة التقريبية ـ يبحث فى هذه الطريقة عن مساحة القطع ح ا ء ، .... الموضوعة فى جهة واحدة من المحور شكل ٦٩ ويطرح هذا المجموع من المجموع الكلى للمساحة ا ا ، ا ،..... الموضوعة

فى الجهة

الجهة الثانية من المحور

ثم يعاين مستقيم ء ع هـ بحيث تكون المساحة ا ع هـ مكافئة لمساحة ء ب ى ..... ثم يرسم م ن على بعدين متساويين من الخطين ع هـ ، ى ف

فالمستقيم م ن يقسم القطاع الى جزئين متكافئين تقريبا وفى اغلب الأحوال يكون مركز الثقل ع متباعدا قليلا عن هذا الخط

شكل ٦٩

شكل ٧٠

١٤٢ المكعبات - ليكن ع ، عَ شكل ٧٠ القطاعان المعلومان ، وو َ البعد بينهما المقيس على القوس الدائرى ، و ع / وَ عَ البعدان المتقدم ذكرها

ثم يرسم من المركز هـ قوس م ن مساوى البعد عن المنقطتين ع ، عَ ولاجل ذلك يؤخذ نصف القطر يساوى $\frac{ع ه + عَ ه}{٢}$ فيكون

$$\text{الحجم} = \frac{ع + عَ}{٢} \times \text{قوس م ن}$$

البوصلة المنشورية

تعاريف

١٤٣ (١) البوصلة المنشورية - يستعمل لرسم المسطحات نوع من البوصلة يسمى بالبوصلة المنشورية وهى كثيرة الاستعمال لخفتها وسهولة حملها

(٢) تعريف المغناطيس - المغناطيس مركب حديدى توجد فيه خاصية جذب الحديد ويأخذ اتجاه القطبين (الطبيعيين للارض) اذا علق بحرية وتوجد فيه قوة اعطاء هذين الخاصيتين للحديد والصلب فيتكون من ذلك المغناطيس الصناعى

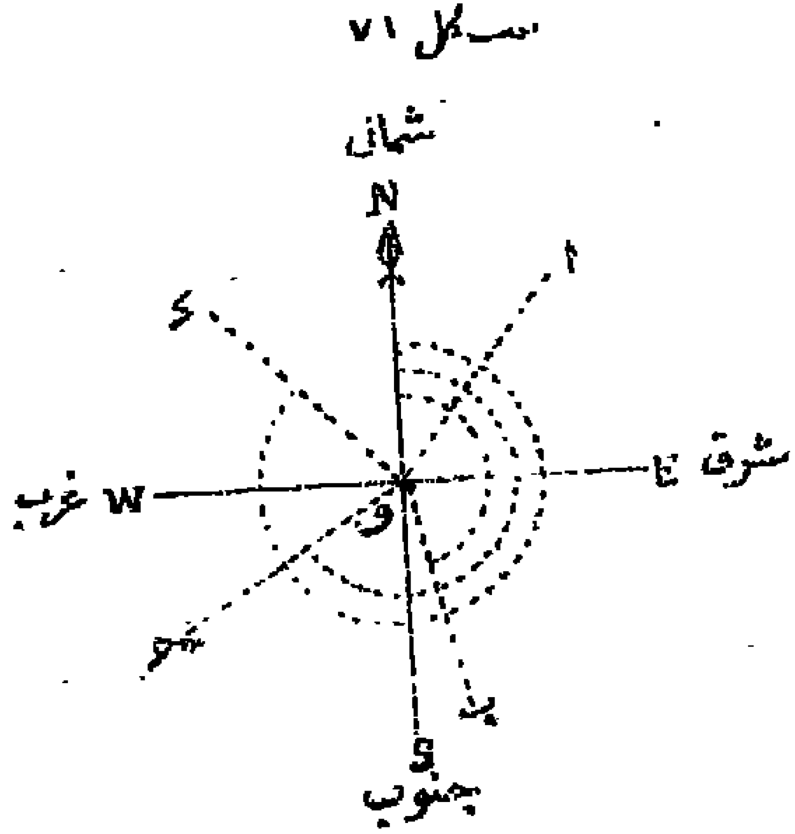
(٣) تعريف الأبرة المغناطيسية - الأبرة المغناطيسية عبارة عن قضيب من الحديد او الصلب تمغنطت بأحدى الطرق المختلفة المعروفة فى علم الطبيعة وأحد طرفيها وهو الموجب يتجه الى القطب الشمالى والثانى وهو السالب يتجه الى القطب الجنوبى واذا فقدت الأبرة خواصها المذكورة أو كادت لزم تجديد تمغطسها ثانيا

(٤) زاوية الانحراف المغناطيسى - هى الزاوية الواقعة بين خط الزوال المغناطيسى وخط الزوال الحقيقى وتتغير تبعا للاقاليم المختلفة

(٥) خط الزوال الحقيقى - هو اثر المستوى الرأسى المار بالقطبين وبنقطة من سطح الأرض

(٦) خط الزوال المغناطيسى - هو اثر المستوى الرأسى المار بقطبى الابرة ونقطة من سطح الأرض

(٧) زاوية الانحراف المغناطيسية - هى الزاوية الواقعة بين خط معين على الأرض وخط الزوال المغناطيسى وتحسب عادة من الشمال الى الشرق نحو الجنوب الى الغرب من صفر الى ٣٦٠° وعلى ذلك يكون انحراف الخط و ١ شكل ٧١ يساوى ٥٠° وانحراف الخط وب=٨° وانحراف وحـ= ٢٤٧° وانحراف وء= ٣١٢° ١٠



وزاوية الانحراف الحقيقى هى الزاوية الواقعة بين أى خط معين على الأرض وخط الزوال الحقيقى للمحل

٢٤٤ - استعمال البوصلة المنشورية - البوصلة المنشورية هى آلة بها تقاس الزوايا الافقية بتقريب كاف للعمل

ويعمل ذلك بالسرعة التامة وتمسك غالبا باليد اذا أريد عمل كروكى منطقة ارض صغيرة أو قياس انحراف أى خط معين

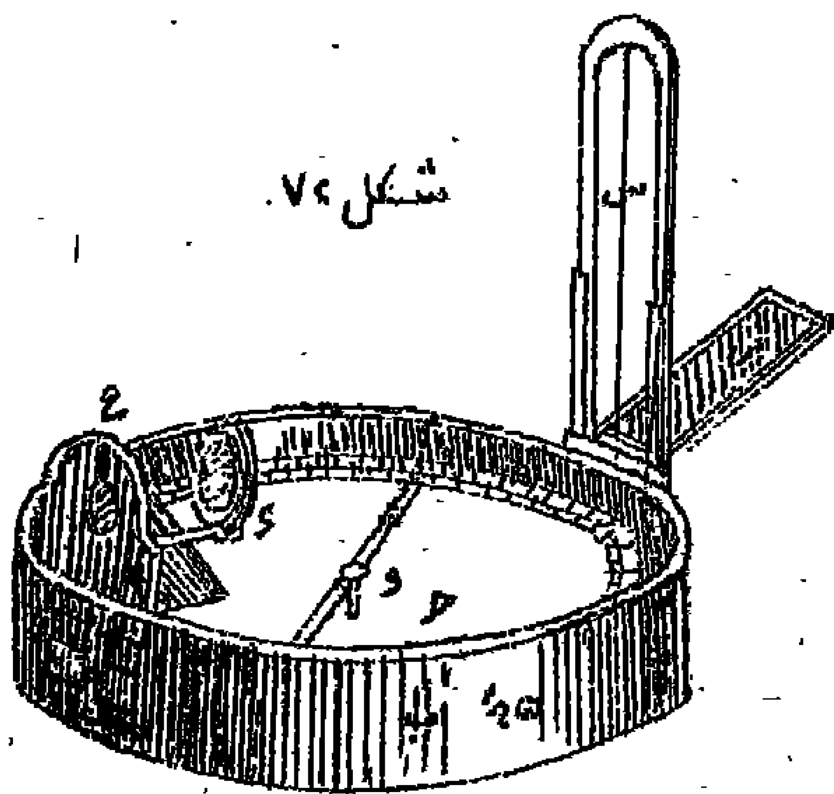
أما اذا أريد قياس زوايا الانحراف بضبط ادق فيعمل للآلة رجل ذات ثلاث شعب. وبذلك تكون مفيدة فى عمل تفاصيل الرسم المعمول بالتيودوليت وللرسم فى الشوارع

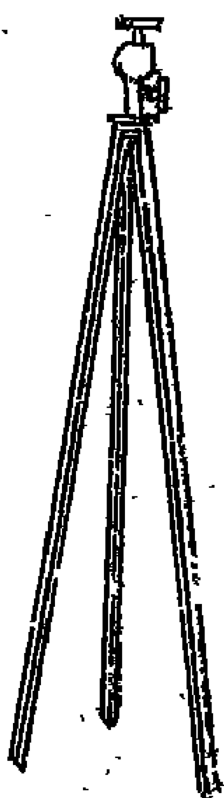
ويلزم ان يلاحظ عدم الشغل بالبوصلة فى المحال التى يوجد فيها بعض الاشياء المعدنية لأن الأبرة ذات حساسة وتتأثر بأقل عارض ويختل انحرافها

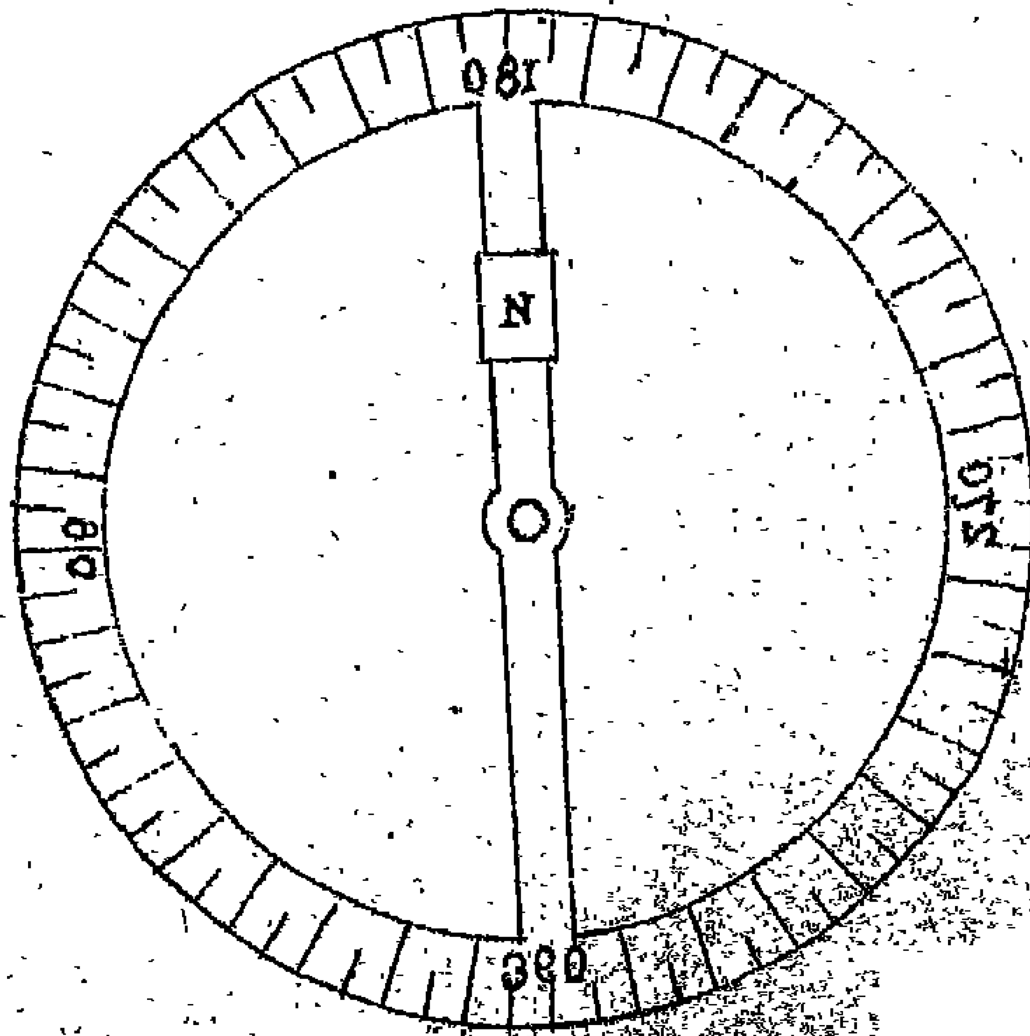
ولا يمكن الاعتماد على البوصلة فى رسم المثلثات العظيمة الابعاد لأنه لابد من حصول بعض خطأ خفيف فى قياس الزوايا ينشأ عنه خطأ فى المجموعة العمومية

٢٤٣ - وصف البوصلة المنشورية - البوصلة المنشورية شكل ٧٢ تتركب من علبة مستديرة قطرها لا يقل عن اربع بوصات تركب على حامل ذى ثلاث شعب طول كل منها نحو اربعة اقدام ونصف شكل ٧٣

وفى الشكل حرف ب رمز للعلبة المذكورة التى يوجد فى وسطها حامل رأسى و معد لحمل الأبرة المغناطيسية التى يتجه أحد طرفيها وهو المعلم عادة باللون الازرق أو بعلامة مخصوصة نحو الشمال







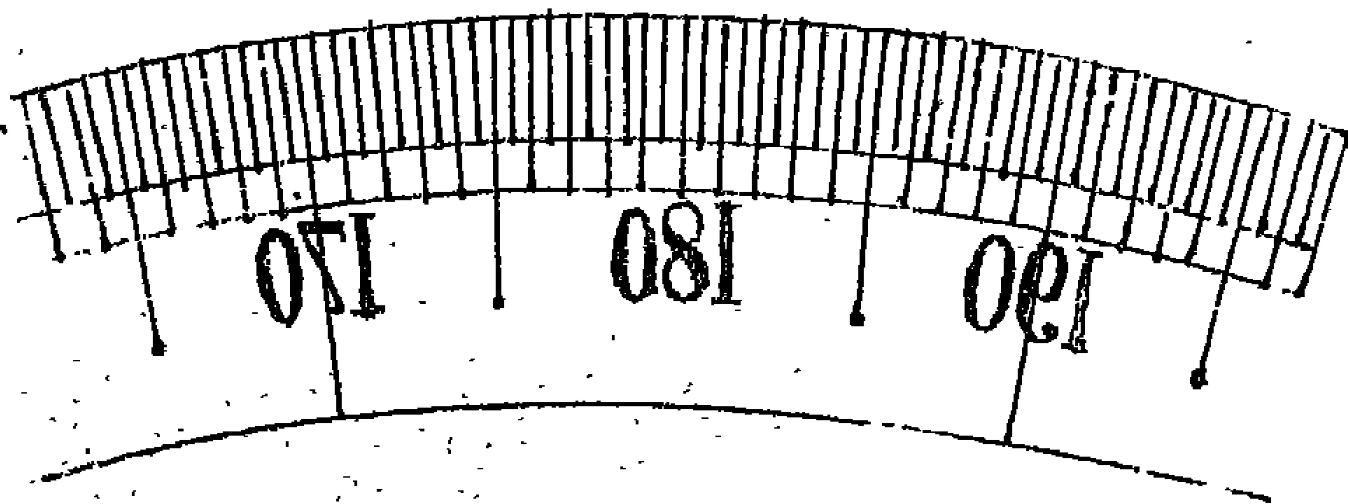
ومثبت

ومثبت عليها حافة دائرية مقسمة الى درج وانصاف درج ويلزم ان لاينقص قطر الحافة عن قطر العلبة الاقليلا وان تكون الابرة ثقيلة لكي تتزن بسرعة لسهولة العمل (شكل ٧٤)

والحافة المذكورة مميزة من ١٠ درجات الى ١٠ درجات من الشمال الى الشرق نحو الجنوب الى الغرب في الاتجاه الذي تسير عليه عقارب الساعات

وبواسطة التدريج المذكور يمكن تقدير الزوايا لغاية ١٥' بالنظر ومبين بشكل ٧٥ جزء من الحافة مرسوم بمقياس اكبر مبين فيه التدريج

شكل ٧٥



وفي شكل ٧٤ حرف ﻫ يدل على زر اذا اضغط بالأصبع ثم ترك يؤثر على الحافة وبذلك يقل تذبذبها وتقف بسرعة عند رصد اي شئ ويوجد في الجهة الثانية من الشاطيه بجوار مفصلتها مسمار اذا اضغط يرفع رافعة صغيرة بها ترتفع الابرة من على حاملها ويلزم اجراء ذلك عند عدم الشغل بالآلة لأن ترك الابرة تتحرك على حاملها متلف له ولنقطة الارتكاز ومعلوم أن ضبط البوصلة يتوقف على ضبط الحامل ونقطة الارتكاز وهذه العملية تجرى من نفسها عند تطبيق الشاطيه فوق العلبة والشاطيه س يوجد في وسطها شعرة أو سلك دقيق يمتد بطول الفتحة وهذه الشعرة يلزم ان تكون منطبقة أو منصفة للشئ المراد رصده

والشاطية المذكورة مرتبطة بالعلبة بواسطة مفصلة بها يمكن تطبيق الشاطية على العلبة بتدويرها حول تلك المفصلة وذلك في حالة عدم استعمال الآلة

وحرف ع منشور من الزجاج موضوع داخل علبة ع معدنية صغيرة مرتبطة بصفيحة تدور حول مفصلة وبهذه الكيفية يمكن رفع أو خفض المنشور على حسب الارادة

ويوجد في الصفيحة المرتبطة عليها علبة المنشور ثقب صغير توضع أمامه العين في وقت الرصد

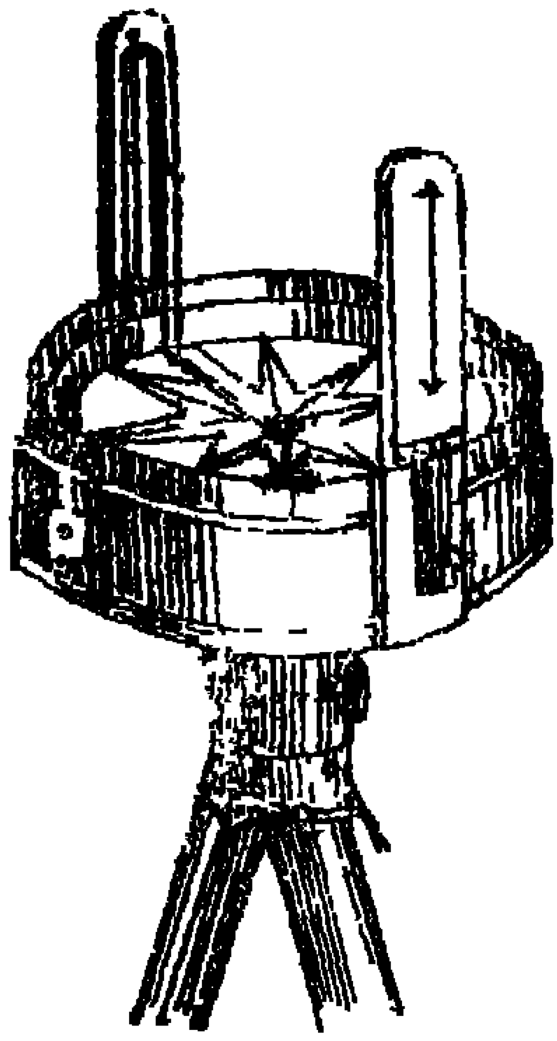
فاذا جعلت الصفيحة رأسية ونظرنا من الفتحة المصنوعة فيها فتظهر التقاسيم واضحة على الحافة المدرجة وهذه التقاسيم مع شعرة الشاطية الرأسية يظهران في آن واحد عند النظر في المنشور والقسم الذي تنطبق عليه الشعرة عند ماتكون الابرة ساكنة يدل على الانحراف المغناطيسي لأي جسم تنصفه الشعرة [وفي بعض الآلات المذكورة يوجد مسمار صغير أسفل المنشور يستعمل لتقدير الزوايا]

وحرف ر يدل على مرآة تنزلق على الشاطية س باحتكاك كاف لأن تثبت على أي جزء من الشاطية ويمكن تمييلها بواسطة مفصل فتعكس صورة الجسم الى عين الراصد عند ما يكون ذلك الجسم فوق او تحت المستوى الافقي بكثير

وعند ما يراد استعمال الآلة للحصول على الانحراف المغناطيسي لقرص الشمس في وقت ما يلزم وضع زجاجة سوداء والزجاجات

والزجاجات الملونة المبينة بالحرف ع موضوعة لهذا الغرض وبواسطة المفصل الذى يمكن ان تدور حوله يمكن تحويلها نحو الجهة المحدودة لعلبة المنشور وحيث أن المنشور موضوع بالضبط فى الجهة الثانية من العلبة المقابلة للشظية وان كل شئ رؤى من الثقب المصنوع فى الصفيحة تكون صورته معكوسة فقد وضع صفر التقاسيم على القطب الجنوبى للابرة وكتبت ارقام التدريج مقلوبة وبهذه الواسطة تكون القراءة التى تقرأ بواسطة المنشور هى القراءة المطلوبة

سئلة ٤٤ استعمال البوصلة المنشورية شكل ٧٢ ، ٧٤ - لذلك تركب الآلة المرسومة فى شكل ٧٤ على حاملها كما فى شكل ٧٦ ثم توضع فى نقطة الوضع أوفى رأس الزاوية المراد قياسها وتقام الشاظية س بحيث تكون رأسية ويجعل الآلة افقية بقدر الامكان بواسطة العين بتحريك أرجل الحامل أو تحريك الآلة نفسها اذا كان للعلبة ركبة ثم يقام المنشور ع الى محله الى أن تظهر الاقسام على حافة المدرجة واضحة وضوحا تاما


شكل ٧٦

وبعد ذلك ينظر المهندس من الفتحة مدوا العلبة الى أن تصير شعرة الشاظية منصفة للجسم المراد معرفة انحراف المغناطيسى أو انحرافه عن جسم آخر ثم يلمس المسمار ة بخفة فتسكن الابرة وحينئذ تقرأ على حافة الزاوية المقابلة للقسم المنطبقة عليه شعرة الشاظية فتكون هى عبارة عن انحراف الجسم على شمال خط الزوال المغناطيسى

ثم بعد ذلك تدور الآلة الى ان يشاهد جسم آخر وتكرر العملية السابقة فالفرق بين الانحرافين المغناطيسيين يكون هو عبارة عن الزاوية الواقعة بين الجسمين

فاذا فرض ان الانحراف الاول هو ١٨َ ٦٤ْ والثانى ٤٧ ١٥ْ وكلاهما قرأ من الشمال المغناطيسى لجهة الشرق فالزاوية بين الجسمين تكون هى ١٨َ ٦٤ْ - ٤٧َ ١٥ْ = ٤١َ ٤٧ْ

سئلة ٤٥ حيث ان خط الزوال المغناطيسى لا ينطبق على خط الزوال الحقيقى فيلزم مراعاة هذا الانحراف وقت تقدير الزوايا

فاذا فرض انه صار تعيين زاوية الانحراف الواقعة بين جسم وخط الزوال المغناطيسى وأريد نسبة هذا الانحراف لخط الزوال الحقيقى فيلزم ان يضاف أو يطرح من هذا الانحراف الانحراف المغناطيسى على حسب كون الانحراف المذكور يكون شرقيا أو غربيا

وعادة

وعادة يرسم في ركن من أركان الخريطة اتجاه خط الزوال الحقيقي واتجاه خط الزوال المغناطيسي وتكتب زاوية الانحراف الواقعة بينهما ويكون ذلك بصفة مذكرة في وقت العمل ويجب ان يكون الشغل بالبوصلة مصحوبا بجدول تبين فيه الابعاد المقيسة على الأرض وزوايا الانحراف وهاك صورة الجدول

ملحوظات

الانحرافات في نقطة ش

الانحرافات في نقطة ى

الانحرافات في نقطة ك

الانحرافات في نقطة هـ

الانحرافات في نقطة ب

الانحرافات في نقطة أ

طريقة الرسم بالبوصلة ـ شكل ٧٧ عبارة عن خط السير الذى انشىء على حسب الجدول السابق وهو عبارة عن محيط قطعة أرض يراد رسمها بالبوصلة المنشورية

شكل ٧٧

وقد اعتبرت نقطة ا نقطة الوضع الابتدائية ثم انتخبت نقطة اخرى ب بحيث تكشف ما بعدها ليتيسر للمهندس ان ينتخب بعدها نقط موافقة للعمل ووضع فيها شاخص رأسى ثم يعين انحراف الخط اب عن خط الزوال المغناطيسى ويقاس البعد اب وبعد ذلك ينتقل المهندس فى نقطة ب ويقرأ الزاوية الرجعية وينتخب نقطة ووضع مسجدة كنقطة حـ ثم يعين انحراف الخط بحـ عن خط الزوال المغناطيسى ويعين البعد بحـ وفى اثناء وقوف المهندس فى النقط ا، ب، حـ ، ء .... أو اثناء مروره على خط السير يمكن ان يعين انحراف أى خط عن خط الزوال المغناطيسى لاجل ان يعين وضع نقطة شهيرة أو جملة نقط شهيرة بطريقة التقاطع والأحسن ان يعمل ذلك من ثلاثة اوضاع اذ فى ذلك زيادة ضبط ثم يستمر فى العمل الى ان يصل الى نقطة الابتداء ا ثم ترسم الخريطة على فرخ من الورق كما ذكر فى الجزء الأول

مثال (١)

المطلوب رسم الشكل ا ب حـ ء ى بواسطة البوصلة من وضع واحد لذلك تنتخب نقطة الوضع و بحيث يتمكن الواقف فيها من رؤية جميع رؤس الشكل وبعد وضع البوصلة فى النقطة المذكورة تقاس الزوايا ءوحـ ا ى و ى ا و ى ، ب و ا ، ا حـ و ب ثم تقاس الابعاد حـ و ، ء و ، ى و ا و ، ب و بواسطة الجنزير وبواسطة هذه المعالم يمكن رسم الشكل المطلوب

مثال (٢)

المطلوب تبييض خريطة قطعة الأرض ا ب حـ ء ى ف ع و ع ٢ التى رصدت بواسطة البوصلة والجنزير وابعادها هى الآتيه بحيث يعمل الرسم بمقياس ١/٥٠٠٠

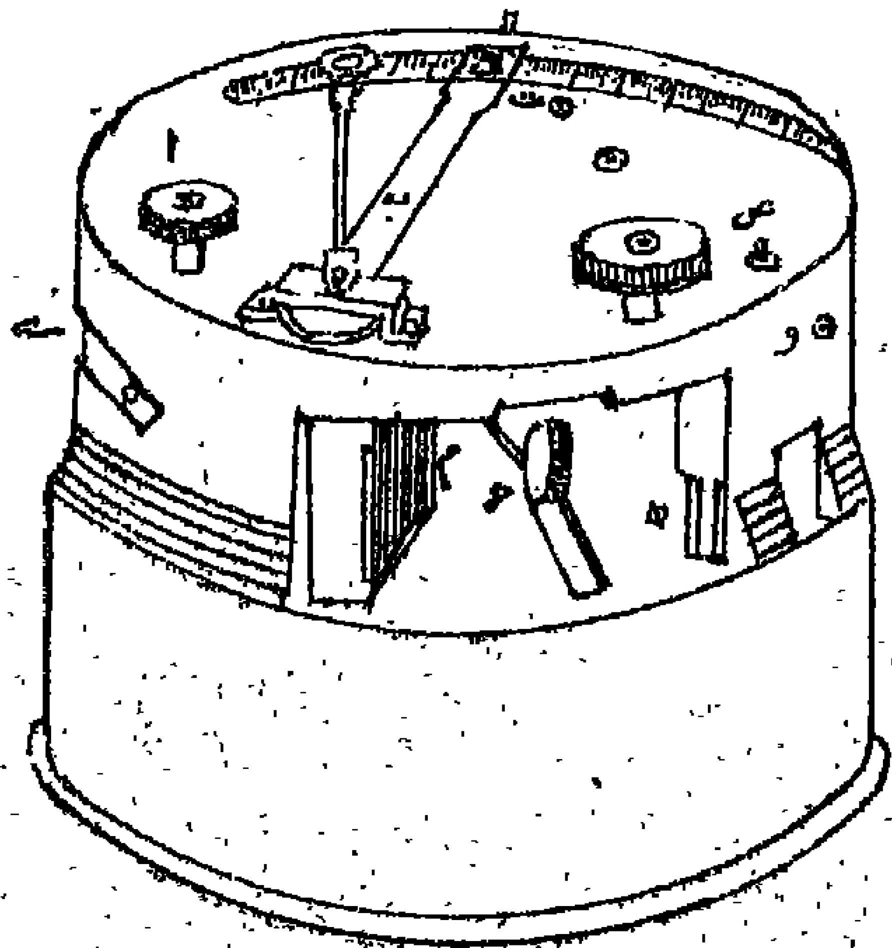
نقط محطة	البعد	زوايا الانحراف الشمالى تحت خط الهاجرى	زوايا مجمعية	نقط الاتجاه اثناء السير	ملحوظات
ا	٦١٨	٢٥٤°	٧٤°		
ب	٧٩٨	٢٤١°	٦١°	٢٦٢° جاع	
ح	٨٠٨	٢٢٠° ٤٠'	٤٢° ٤٠'		
د	١٠٢٩	٢٠٢° ٤٠'	٢٢° ٤٠'		
ى	٤٩٢	٢١٢°	٤٢°		
ف	٦٨١	٢٠٠° ٤٠'	٢٠° ٤٠'	٢٠٦° جاع	
ع	١١٦٥	١٨٧°	٧°	٤١٦° جاع	
ﻫ	٨٥٨	١٧٤° ٤٠'	٤٥٤° ٤٠'		
ى	٢٠٢٨	١٥٥ ٤٠'	٤٤٥° ٤٠'		
ع١				٤٤٢° جاع	الانحراف الرجوعى من ع الى و = ٢٤٠°

ولتحقيق الرسم تعين زوايا الشكل من بعد معرفة الزوايا السابقة ويطبق عليها قانون مجموع الزوايا الداخلة لأى شكل كثير الاضلاع بحيث ان كانت جميعها داخلة

في السكستان الجيبي

٤٤٧ السكستان الجيبي هو أحد الآلات العاكسة وهو ذات اهمية عظيمة لعدم احتياجه في حمله لغير اليد وانما احتياج فقط الى تصليح قليل وهو اضبط من أنواع البوصلة في قياس الزوايا حيث انه يوجد به ورنية بها يمكن قراءة الزوايا مقربة بقدر دقيقة ولكونه آلة عاكسة فلا يتأثر بالجذب المغناطيسي ويستعمله الراكب والماشي في جميع الطقوس وهو يوضع داخل علبة صغيرة من النحاس ويحمل بسير من الجلد وعند استعمال الآلة يفك غطاؤها المقلوظ عليها ويحرك المسمار الصغير الموجود اسفل الآلة في مجراه لاجل فتح الفتحة الموجودة اسفل العلبة وبعد ذلك تنزل الزجاجات الملونتان لاسفل الآلة بواسطة تحريك الرافعتين الموضوعتين في جنبها ثم يصير تثبيت الغطا في الجزء الأسفل للآلة فيكون وضعه كما هو مبين في شكل ٧٨ وحينئذ يخرج التلسكوب (اى النظارة) بجذبه الى الأمام

شكل ٧٨



٣٤٨ - تركيب السكستان - يتركب السكستان الجيبى من الاجزاء الآتية
اولا - المرآه العاكسة م
ثانيا - المرآه ه التى نصفها العلوى ملغيا وعليه تنعكس المرئيات ونصفها السفلى شفاف
ثالثا - ذراع الدليل ب المصنوع فى طرفه الورنيه ف التى بها يمكن قراءة الدقائق وله برمة س يمكن تحريكه بواسطتها
رابعا - مفتاح التصليح ا للمرآه ه الذى يفك من محله المثبت فيه ويدخل فى احد الثقبين ص أو و عند ما يراد تصليح المرآه المذكورة
وخامسا - الحافة المقسمة ت
ويوجد بالآلة ثقب صغير ــ يضع الراصد عينه امامه عند رصد الاشياء القريبة وفائدة الزجاجات الملونات حجب الاشعة الشمسية اذا استعملت الآلة لرصد الشمس
وقبل استعمال الآلة المذكورة يلزم ان يتحقق من ضبطها
٣٤٩ - تصليح الآلة - الطريقة الابسط لعمل التصليح هى ان ينتخب مرأى على بعد كمدخنة أو منارة أو شاخص أو ما يماثل ذلك وينظر الى المرأى المذكور من الفتحة الصغيرة التى تستعمل بصفة عينية والمرآه ه ثم يدور ذراع الدليل بواسطة البرمة الكبيرة المعدة لذلك لغاية ما تنطبق صورة المرأى المنتخب الآتية من الانعكاس على صورته الحقيقية السابق رؤيتها وعند حصول ذلك يلزم ان يكون صفر الورنية المعلم بهذه العلامة ↓ منطبقا على صفر الحافة المقسمة
فاذا كان هذا الانطباق محققا وكان المرأى المرصود موجودا على مسافة بعيدة تكون الآلة محققة
اما اذا لم ينطبق الصفران فيحرك ذراع الدليل الى ان يحصل الانطباق وبعد ذلك يوضع مفتاح التصليح فى احدى الثقبين ص أو و ويدور المفتاح المذكور الى أن تصير صورة المرأى الآتية من الانعكاس منطبقة على صورته الحقيقية المرئية منه مباشرة
فاذا أريد تحريك صورة المرأى الآتية من الانعكاس الى اعلا أو اسفل يوضع المفتاح فى الثقب الأعلى أما اذا اريد تحريكها نحو اليمين أو اليسار فيوضع فى الثقب الذى فى الجنب وهذا هو التصليح الوحيد الذى يلزم للآلة قبل العمل
وعلى المهندس ان لا يشرع فى هذا التصليح الا اذا رأى ان الآلة محتاجة له وبغير ذلك فيعرض الآلة للخطأ ويجب ان يعمل التصليحات على مرئيات بعيدة
٣٥٠ - اختلاف النظر - حينما تكون المرئيات الموجودة قريبة من الآلة فيحدث اختلاف فى نظر الآلة يحدث تأثيرا على مقدار الزوايا ويسمى بوجود الاختلاف المذكور فى الآلة انما يكون من الضرورى معرفة مقداره

ولتعيينه يوضع ذراع الدليل على صفر الآلة (اى صفر الورنية على صفر الحافة) وينظر من الفتحة الصغيرة الى اى شئ افقى كحرف حائط مثلا فاذا كان موجود بالآلة اختلاف نظر فالحرف المستقيم للحائط يظهر خطا منكسرا وبتحريك ذراع الدليل على الحافة بعد القسم النهائى له أو بعد الصفر من جهة الشمال حتى يصير الخط المنكسر مستقيما فتكون الزاوية الصغيرة التى تقرأ على الحافة هى المقدار المسموح به لاختلاف النظر

مادة ١٥٢ قياس زاوية شيئين - لقياس الزاوية الواقعة بين شيئين ينظر الراصد بواسطة التلسكوب للمرآى الموجود جهة اليسار ماسكا السكستان فى يده اليسرى وجعله افقيا باليد اليمنى ويدور البرمه س الى ان تنعكس صورة المرآى الآخر الموجود جهة اليمين بواسطة المرآة العاكسة وتشاهد منطبقة على المرآى الذى جهة اليسار الذى رؤى مباشرة وبعد ذلك تقرأ الزاوية على الحافة بواسطة الورنية فتكون هى الزاوية المطلوبة

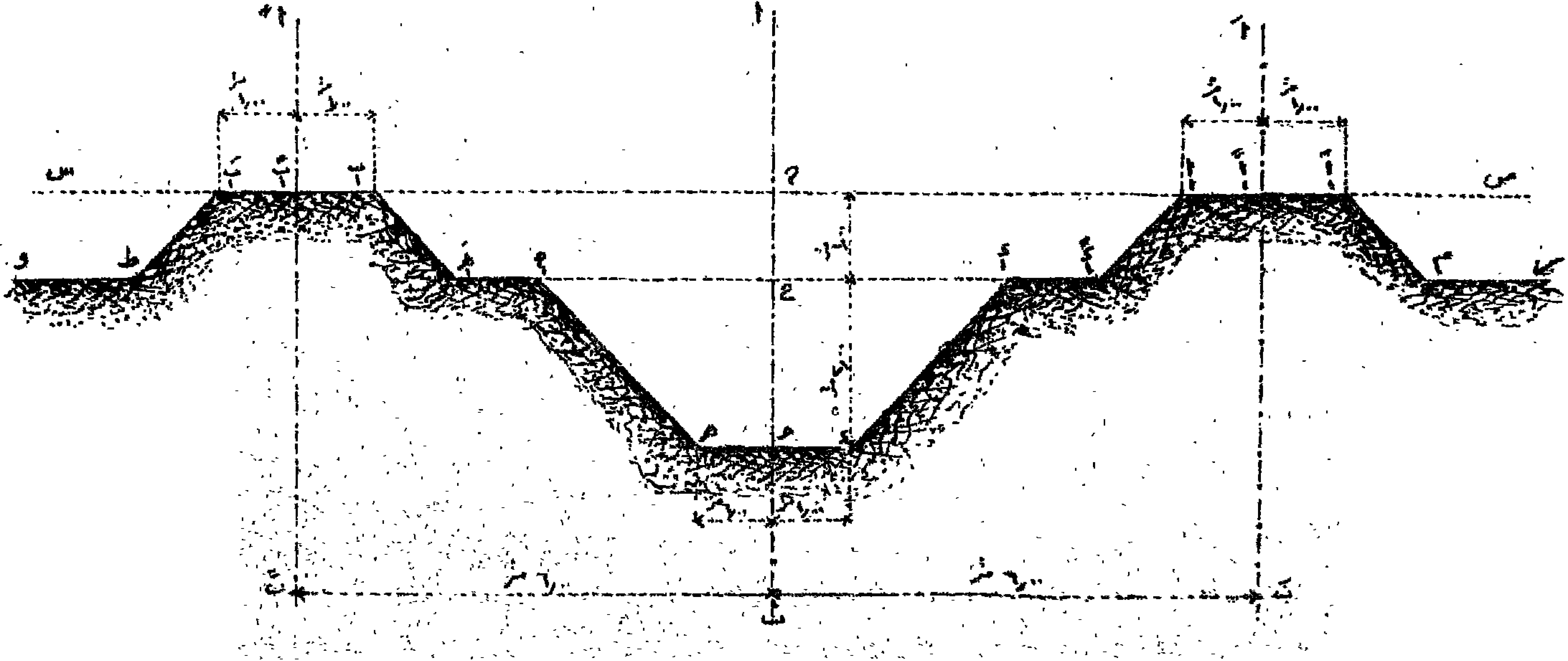
هذا فى حالة ما تكون المرئيات بعيدة أما فى حالة المرئيات القريبة فيستعمل الثقب المصنوع فى الصفيحة الصغيرة الموجودة فى جنب الآلة التى تتحرك بواسطة مسمار صغير مصنوع له شرح فى ... الى أن تصير الفتحة فى نقطة الرصد

واذا كانت الزاوية المراد قياسها رأسية فيمسك السكستان باليد اليمنى فى وضع رأسى وتدار البرمة س باليد اليسرى الى ان يأتى المرآى فى المرآة هـ وتتم العملية السابقة

تطبيقات

المطلوب رسم القطاع العرضى لترعة من بعد معرفة ان عرض جسرها يساوى ٢،٠٠ متر وعرض قاعها ٢،٠٠ متر والبعد بين محور الجسر ومحور المجرى ٩،٠٠ متر والجسر عال عن القاع بقدر ٣،٠٠ متر والقاع منحط عن أرض المزارع بقدر ٢،٠٠ متر مع فرض ان الميلوات هى واحد على واحد ½ شكل ٧٩

شكل ٧٩



لذلك افرض أن اب هو أثر المستوى الرأسى المار بمحور الترعة على مستوى رأسى آخر عمودى على اتجاه القطاع الطولى [أو بعبارة ثانية هو أثر المستوى الرأسى المار بمحور الترعة على مستوى القطاع العرضى المطلوب رسمه]

ومن حيث ان عرض قاعها يساوى ٢٫٠٠ متر فنأخذ ءح = حه = ١٫٠٠ متر فالخط ءه يكون هو عرض القاع وحيث ان القاع منحط عن أرض المزارع المجاورة له بقدر ٢٫٠٠ متر فنأخذ حع = ٢٫٠٠ متر فيكون ور هو خط أرض المزارع ثم نأخذ عف = ١٫٠٠ متر فيكون س ص هو خط سطح الجسور وكذلك نأخذ ب ت = ب ث = ٦٫٠٠ متر فالخطان آ ت ، أَ ث الموازيان اب يكونان عبارة عن أثرى المستويين المارين بمحورى الجسرين على مستوى القطاع العرضى المراد رسمه

فاذا أخذ ١ أ = ١ أَ = ب ت = ب ث = ١ متر يكون الخطان ١١ ، ب ب هما خطا الجسرين ثم تمد الخطوط ١م ، ١ ء ، ء ه ، ه ب ، ب ط بميل واحد على واحد فيكون الخط م ١ ١ ء ء ه ه ب ب ط هو القطاع العرضى للترعة

ولامكان مقارنة عدة قطاعات عرضية بعضها مع بعض يلزم ان تكون جميعها منسوبة لمستوى مقارنة واحد وهو سطح المياه المتوسطة للبحر الملح

فاذا كان منسوب نقطة القاع ١٠ متر يكون منسوب ارض الزراعة ١٢ متر ومنسوب سطح الجسر ١٣ متر وبأخذ البعد ١١َ = ١٠ متر تكون نقطة ١َ هى وضع القاع على القطاع الطولى

شكل ٨٠

مقياس للافقيات $\frac{1}{1000}$

فاذا فرضنا قطاعا عرضيا آخر بعد او قبل هذا القطاع بقدر ٢٠٠ متر وقاعه على منسوب ١١ متر فنأخذ ا ب = ٢٠٠ متر ، ب ت = ١١ متر فنقطة ت تكون هى نقطة قطاع ب ونقطة حَ تكون هى نقطة قطاع ح وخط ١َ تَ حَ يكون هو القطاع الطولى لقاع الترعة

هذا وقد جرت العادة بأن يسقط على المستوى الرأسى القاطع للترعة طوليا الاشياء الأخرى المتعلقة بالترعة فيسقط الخط ١ ١َ شكل ٧٩ على المستوى اب ونقطة الاسقاط ٥ تدل من جهة الارتفاع على الجسر وبأخذ البعد ١١ً = ح٥ على المستقيم ١١ شكل ٨٠ تكون نقطة ١ً الحاصلة هى نقطة من سطح الجسر وكذلك النقطتان تً ، حً وحينئذ يكون الخط ١ً تً حً هو خط الجسر وكذلك يكون ١ً تً حً هو خط المزارع وهكذا

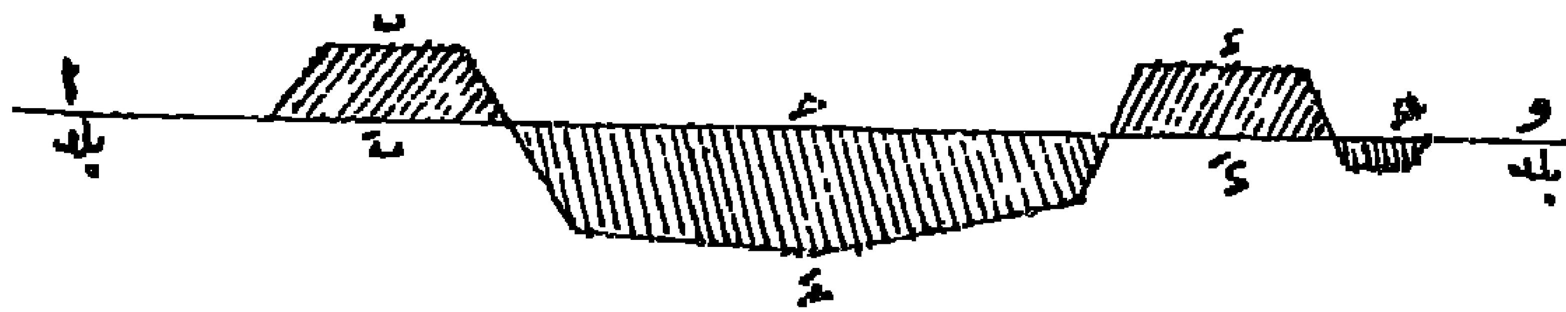
ونسقط أيضا على القطاع الطولى جميع مواقع الاشياء التى يهمنا أهمية سواء من جهة الارتفاع

كمنسوب

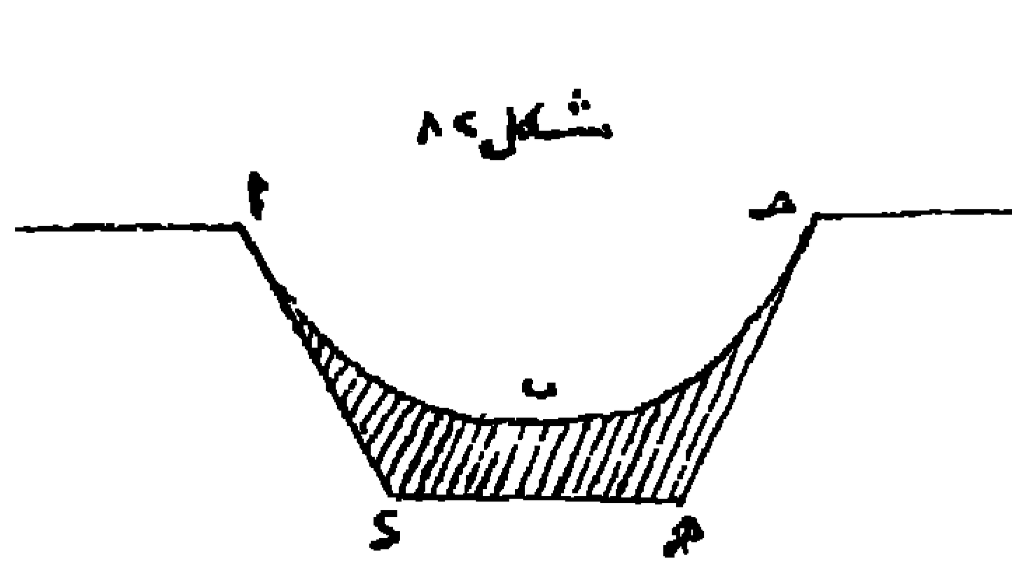
كمنسوب الفيضان والتحريق أو من جهة الأبعاد الأفقية كمراتب البلدان والعزب والروابي والسواقي
والقناطر وغيرها كما هو مبين في شكل ٨٠
وترقم المناسيب والابعاد الأفقية على القطاع الطولي في المحال المناسبة لها واذا خيف الالتباس
توضع الارقام المهمة ويترك الباقي ليقاس عند الضرورة بالمقياس

كلام عمومي على الحفر والردم

ملحوظة اذا فرض أن ا ا و بلدين بينهما مجرى قديم متسع له جسران مرتفعان حسب المبين بالخط
المنكسر في شكل ٨١ والمراد اتصالهما
بشارع معتدل الاستواء واثر هذا
الشارع على مستوى القطاع الطولي
هو المستقيم ا و



فمن النظر لهذا الشكل يعلم ان الجسرين
ء ب مرتفعين عن الشارع المراد عمله
ويلزم ازالتهما الى الاستواء ءَ بَ وأن المجرى هـ منحطة ويلزم ردمها من هَ الى هـ أي الى الاستواء
ءَ بَ أيضا فما يلزم اجراؤه لازالة الجسرين ء ، ب يسمى باشغال الحفر وما يلزم عمله لتعلية المجرى
هـ يسمى باشغال الردم
وجميع النظريات وطرق الحساب الموضوعة لحصر مكعبات الحفر والردم واحدة ولكن الفرق بينهما ليس
الا في الاثمان التي تعطى بها الاعمال المراد اجراؤها
ملحوظة لنفرض ان ا ب هـ شكل ٨٢ هو قطاع عرضي لمجرى ترعة صار رسمه بعد عملية الجس وأن
ا ء هـ حـ القطاع العرضي المراد اعطاؤه لقطاع تلك الترعة فالسطح
المهوشر ا ب هـ ء ا يكون هو اللازم رفعه من القاع حتى تأخذ
الترعة القطاع المطلوب ا ء هـ حـ فهذا السطح المهوشر هو ما
يسمى بقطاع التطهير



فاذا كان مجرى الترعة جافا يجرى عملية التطهير بواسطة الانفار
الذين يشتغلون بالفؤوس والمقاطف على الجفاف ويسمى التطهير في هذه الحالة جافا أو على الناشف
أو تطهير نيلي
واذا كان بالمجرى ماء قليل أو كان قليل العرض أو قليل الأهمية فعند تطهيره تجفف المياه منه
بأي طريقة من الطرق ويجرى عملية التطهير كما لو كانت الترعة جافة من قبل
اما اذا كان المجرى متسع جدا أو عظيم العمق وحالته لا تسمح بتجفيفه سواء كان لأهميته بالنسبة لري

الاراضى الواقعة على شطوط أو لضرورة الملاحة فيه فتستعمل حينئذ الكراكات للتطهير وعلى ذلك توجد ثلاث طرق للتطهير

الأولى ـ التطهير الجاف أو النيلى

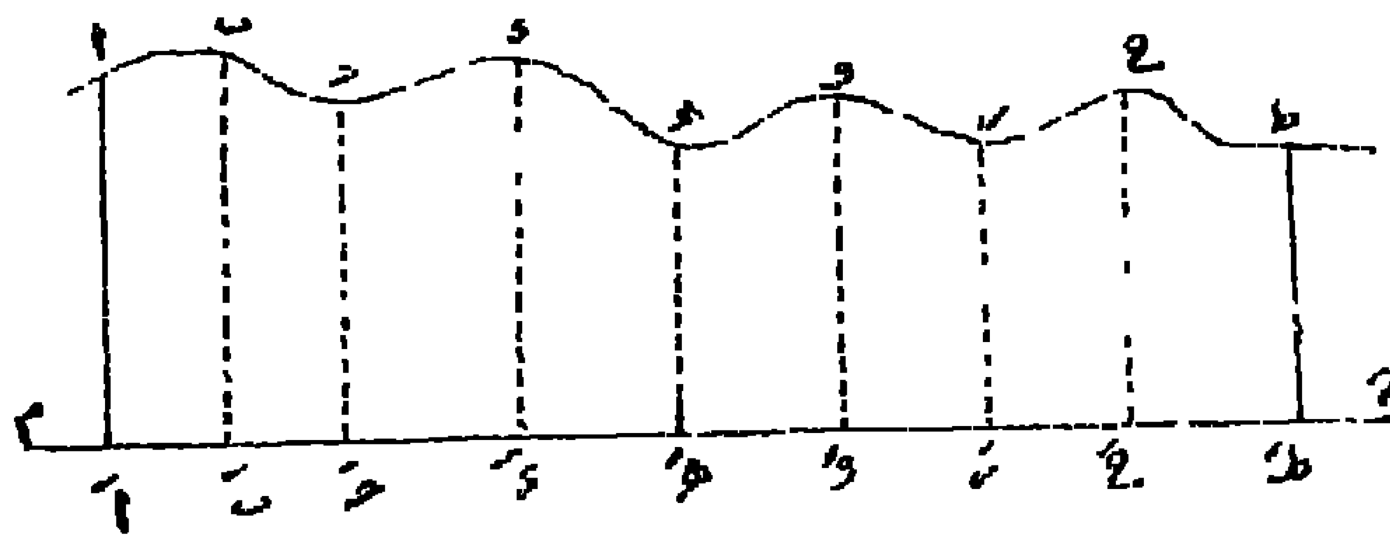
الثانية ـ تطهير المجارى التى بها مياه ويمكن تجفيفها ويسمى عادة بالتطهير الصيفى

الثالثة ـ تطهير المجارى غير الممكن تجفيف مياهها ويسمى التطهير بالكراكات

وكيفية حساب مكعبات التطهير فى هذه الثلاثة احوال واحدة الا ان لكل منها تنوع خفيف خاص بها الجأت اليه الضرورة كما سيتضح لك ذلك

النظرية العمومية لحساب المكعبات

٢٤٢ اذا فرض خط ايا كان شكله مثل ا ب حـ د هـ و ز ح ط شكل ٨٣ وأريد معرفة مساحة السطح المحصور بينه وبين خط آخر مستقيم أو منحنى م م ؟

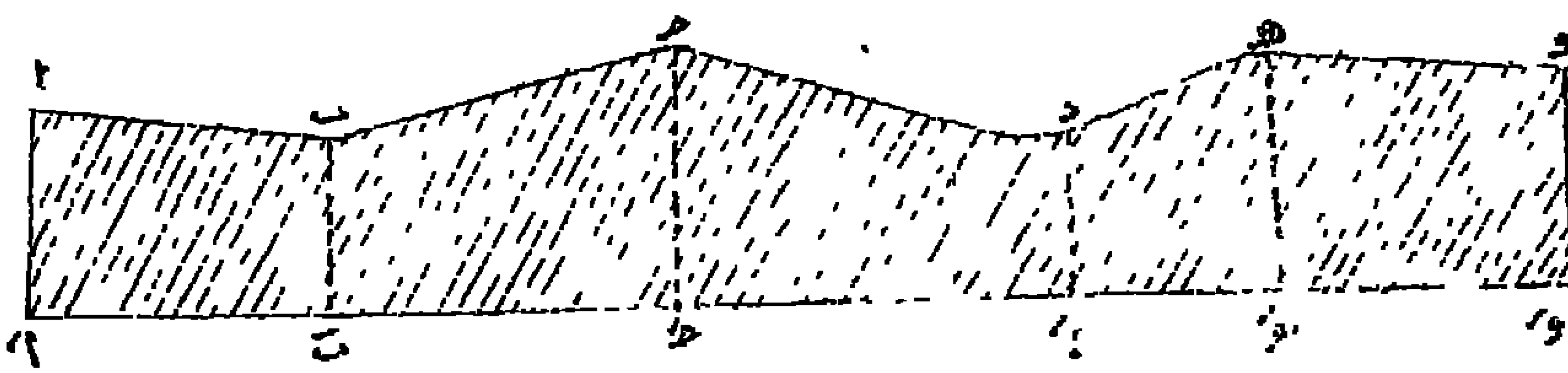


وخطان مستقيمان ا ا ، ط ط متوازيان فيقسم السطح المذكور الى عدة اجزاء صغيرة بخطوط متوازية ا ا ، ب بَ ، حـ حـَ ...... وتقدر مساحة كل شبه منحرف محصور بين خطين متجاورين فمجموع مبالغ هذه الاشباه المنحرفة يكون هو السطح الكلى

وهذه النظرية هى نظرية تو ماس سيمسون ودرجة الضبط تتعلق ببعد الخطوط المتوازية بعضها عن بعض فكلما كانت تلك الخطوط قريب بعضها من بعض كلما كانت المساحة المتحصلة أقرب للحقيقة

٢٤٣ اذا فرض أن ا ب حـ د هـ و هو القطاع الطولى لمجرى ترعة وأردنا معرفة مكعبات الحفر المحصورة بين قاعها الحالى ا و وبين القاع المراد اعطاؤه لها اَ وَ شكل ٨٤

لذلك يقسم الطول اَ وَ الى عدة اقسام ا ا ، ب ب ، حـ حـ ، ...... الخ وتقطع كتلة الحفر بمستويات عرضية ا اَ ، ب بَ ، حـ حـَ ، د دَ ، ...... هكذا وتقدر المكعبات المحصورة بين كل مستويين متتاليين ومجموع المكعبات المتحصلة يكون هو مقدار المكعبات اللازم لتشغيلها أو تطهيرها بالترعة

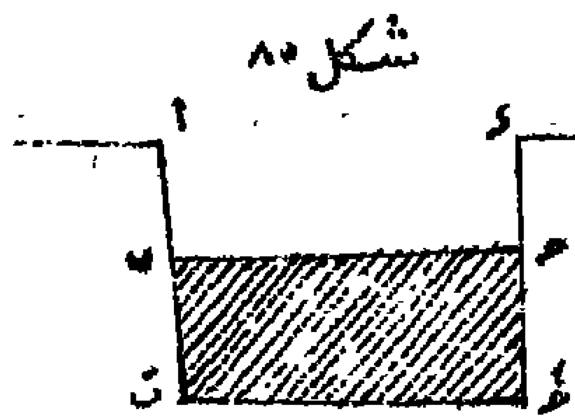


ودرجة الضبط تتعلق كما سبق بابعاد المستويات العرضية بعضها عن بعض ومتى كانت متقاربة كلما كانت درجة الضبط اعظم

٢٤٤ يتضح مما سبق ان تقدير مكعبات ترعة ينحصر فى معرفة كيفية تقدير مكعب منشور

فلنفرض

فلنفرض ان أ ب حـ ء شكل ٨٥ قطاع ترعة ويراد تحويله الى أ ب َ حـ َ ء وطول الترعة ١٠٠ متر فالمكعبات اللازم حفرها تكون عبارة عن منشور طوله ١٠٠ متر وقاعدته المستطيل ب ب َ حـ َ حـ ومكعبه يساوى حاصل ضرب القاعدة فى الارتفاع اعنى يساوى



$$ب\,بَ\,حـَ\,حـ \times ١٠٠ \text{ متر}$$

هذا اذا كانت الترعة منتظمة بطول المائة متر وقطاعها فى انتهاء تلك المسافة عين قطاعها فى مبدأها

أما اذا اختلفت القطاعات وكانت الكتلة المراد تطهيرها كما فى شكل ٨٦ فمكعبات التطهير تكون هى مجسم هرم ناقص وتكون مساوية

$$\frac{١٠٠}{٣}\left(\text{مسطح } ب\,بَ\,حـَ\,حـ + بً\,بًَ\,حـًَ\,حـً + \sqrt{ب\,بَ\,حـَ\,حـ \times بً\,بًَ\,حـًَ\,حـً}\right)$$

فاذا فرض أن

ب حـ = ٨ متر ، حـ حـَ = ٧ متر ، بً حـً = ٦ متر ، حـً حـًَ = ٤ متر

يكون مقدار المكعبات المرموز له بالرمز م بفرض ان القاعدتين مستطيلتين مساويا

$$م = \frac{١٠٠}{٣}\left[٥٦ + ٢٤ + \sqrt{٥٦ \times ٢٤}\right] \text{ أو}$$

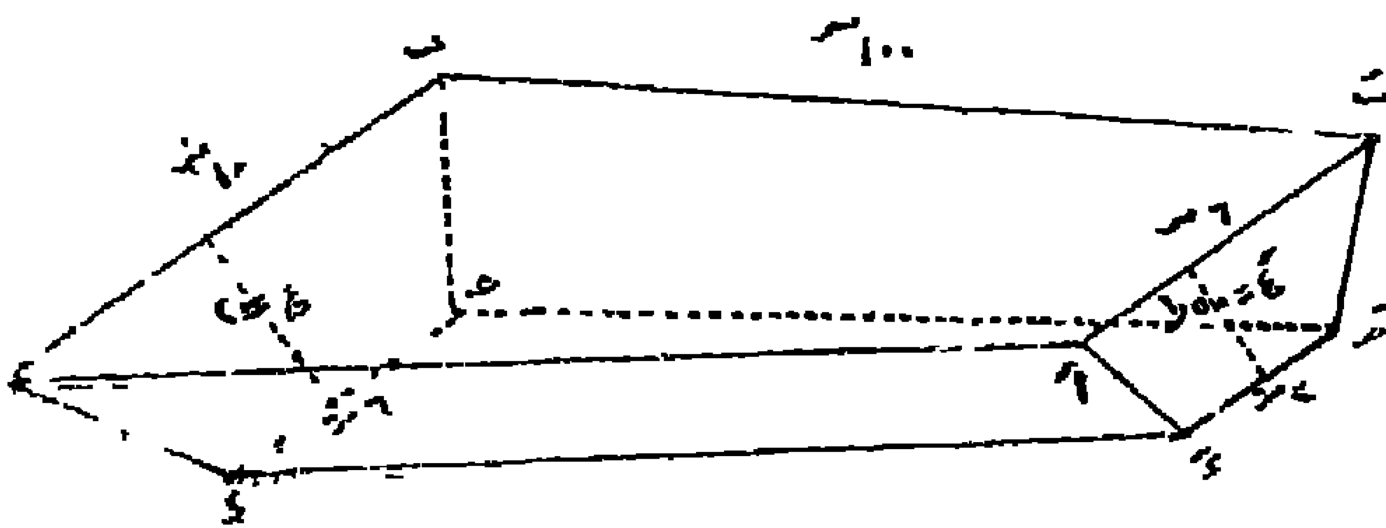
$$م = (٥٦ + ٢٤ + ٣٦ر٦٦) \times \frac{١٠٠}{٣}$$

$$م = \frac{١٠٠}{٣} \times ١١٦ر٦٦$$

$$م = ٣٨٨٨ر٨ \text{ مترا مكعبا}$$

أما اذا كان قطاع الترعة شبه منحرف بدل ما كان مستطيلا كما فى الشكل السابق فيلزم معرفة الابعاد الآتية ا ب = ١٠٠ ، ا ء = ٦ ، ع = ٢ ، اَ بَ = ٦ ، اَ ءَ = ٣ ، عَ = ١ر٥٠ شكل ٨٧

وحينئذ يكون مقدار المكعبات المطلوبة المرموز له بالرمز م هو



$$م = \frac{١٠٠}{٣}\left[\frac{٩}{٢} \times ١ر٥٠ + \frac{١٦}{٢} \times ٢ + \sqrt{\frac{٩ \times ١ر٥٠}{٢} \times \frac{١٦ \times ٢}{٢}}\right] \text{ أو}$$

$$م = \frac{١٠٠}{٣}\left[٦ر٧٥ + ١٦ + ١٠ر٣٩٢\right] \text{ أو}$$

$$م = ١١٠٤ر٥ \text{ مترا مكعبا}$$

الطريقة العملية

س ٥٦ — لما كانت الاشكال الهندسية التى تقع فى اعمال الحفر والردم كثيرة العدد وكان من الضرورى وضع قانون هندسى لكل شكل على حدته ولا يخفى ما فى ذلك من الطولة والصعوبة فى الأعمال افتكر المهندسون أن يستعملوا طرق التقريب

وليعلم المشتغل بذلك ان هذه الطرق لا توصل الى مقادير تبعد عن الحقيقة بمقادير ذات أهمية بل أن الفرق يكاد ان لا يذكر كما سيتضح ذلك

مثال

قد استعملنا لحساب مكعبات شكل ٨٦ القانون العمومي

$$\frac{ع}{٣} (ق + قَ + \sqrt{ق قَ})$$

ففضلا عن احتمال وقوع غلط فى الاعمال الحسابية فأنه قانون متشعب ويستلزم طوله فى الأعمال الحسابية ولذلك اكتفى المهندسون العمليون بأخذ متوسط مساحة القاعدتين د ذ هـ د ، ا ب ج ج واعتبروه قاعدة لمنشور طوله طول المنشور المبين فى شكل ٨٦ أو بعبارة أخرى يضرب طول المنشور فى قاعدة تؤخذ فى وسطه

فعلى حسب ذلك يكون مكعب شكل ٨٦ هو

١٠٠ [٥٦/٢ + ٢٤/٢] = ١٠٠ × ٨٠/٢ = ٤٠٠٠ متر مكعبا

فمع بساطة هذا القانون وسهولة مراجعة الحسابات بواسطته لو تأملنا للفرق الواقع بين المنتجين نجد ٤٠٠٠ − ٣٨٨٨٫٨ = ١١١٫٢ متر مكعبا

اى ثلث متر فى المائة تقريبا

هذا وان درجة التقريب تزداد كلما كانت القطاعات المعتبرة قريبة من بعضها

بند ٥٧ بناء على ما سبق يمكن اعتبار القاعدتين الآتيتين لحصر مكعبات الحفر أو الردم

الأولى — تقدير مسطحات القطاعات سواء كانت للحفر او الردم

الثانية — تقدير المسطحات المذكورة عبارة عن تقدير مساحة اشباه منحرفة أو مثلثات أو مستطيلات

فبهاتين القاعدتين تستخرج مكعبات الحفر والردم مهما كان جنس العمل والغرض مما سيأتى هو كيفية الوصول الى المعاليم التى بها تحسب تلك الأشباه المنحرفة والمثلثات والمستطيلات

ولنضع لذلك خمسة امثلة تكون انموذجا لغيرها وهى الكثيرة الوقوع فى الاعمال التطبيقية ويصادفها على الخصوص المهندس المشتغل باعمال الرى

الاول — عمل طريق او ترعة فى أرض مستوية

الثانى — عمل طريق على جسر

الثالث — تطهير ترعة نيلى

الرابع — تطهير ترعة صيفى صغيرة

الخامس — تطهير ترعة بالكراكة

المثال الأول

المراد عمل طريق أو ترعة فى أرض مستوية

شكل ٨٧ لوحة (١) هو مثال فعلى لطريق يراد انشاؤه على ارض مستوية قطاعها الطولى مبين باللون الأسود

لوحـة
شكل ٨٨

قطاع طولى للطريق الموصل بين ناحية الملوانية وزاوية عكوش عرضه مترين

مقياس الافقيات ١/٠٠٠٠
مقياس الرأسيات ١/١٠

زاوية عكوش
بحر المجنونة
تل السبخة
خابية ابوموسى
الملوانية
خط التصميم
يرسم باللون الاحمر

مستوى المقارنة

مسافات افقية	مناسيب الارض الطبيعية	مناسيب سطح تصميم الجسر	ارتفاعات الحفر والردم
٠	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٢٠٠	٤,٧٠	٤,٤٠	٠,٦٠
٤٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٨٠
٦٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٨٠
٨٠٠	٤,٧٠	٤,٤٠	٠,٦٠
١٠٠٠	٤,٠٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٢٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٤٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٦٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٨٠٠	٥,٠٠	٤,٤٠	٠,٧٠
٢٠٠٠	٥,٠٠	٤,٤٠	٠,٧٠
٢٠٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٤٠٠	٤,٠٠	٤,٤٠	٠,٤٠
٦٠٠	٣,٨٠	٤,١٤	٠,٣٤
٨٠٠	٣,٦٠	٣,٧٧	٠,١٧
٣٠٠٠	٣,٠٠	٣,٥٠	٠,٥٠
٢٠٠	٣,٠٠	٣,٥٠	٠,٥٠
٤٠٠	٢,٨٠	٣,٥٠	٠,٧٠
٦٠٠	٢,٧٠	٣,٦٨	٠,٩٨
٨٠٠	٣,٠٠	٣,٨٦	٠,٨٦
٤٠٠٠	٤,٥٠	٤,٠٥	٠,٠٠
٢٠٠	٤,١٥	تكتب بالاحمر	تكتب بالاحمر
٤٠٠	٤,٢٢		
٦٠٠	٤,٥٠		

انموذج قطاعات الحفر
ا ب ج د
ب ج
وحدة احمر
ب ـــ ٥ ـــ ج

انموذج قطاعات الردم
ا ب ج د
احمر وحدة
ب ـــ ٢,٥ ـــ ج

عمل بمعرفتنا فى ٥ يوليه ٩٢
الامضا
محمد شفيق
المهندس

وعلى الطالب ان يتأمل في أرقام وخطوط وكتابة هذه اللوحة جيدا اذ انها لا يوجد بها شيء يمكن الاستغناء عنه مطلقا

وكل مهندس يقدم قطاعا طوليا ناقصا منه بعض ما هو مرقوم باللوحة المذكورة يكون غير ملتفت أو غير متمكن من عمله فعنوان اللوحة أمر مهم وأهم منه المقياس

وكثير من المهندسين لا يعتنون بكتابة المقياس ولا التاريخ ولا اسمائهم فهؤلاء لا يقتدى بهم ولا يعول على اشغالهم

ومن الواجب وضع عنوانات الاشياء المهمة لسهولة المقارنة والمراجعة ولابد من ذكر الابعاد الشهيرة للطريق او الترعة ولا بأس من عمل قطاعات انموزج أو ارنيك ليعلم المطلع على كميات وجزئيات الشغل المراد اجراؤه

والحصول على أرقام الخط الأسود هذا ليس محله لأنها تنتج من عملية ميزانية بسيطة تعمل على جملة نقط تؤخذ على ابعاد متساوية أو مختلفة والأحسن ان تكون متساوية الأبعاد بعضها عن بعض وقد جرت العادة بأن تؤخذ على بعد مائتين متر بعضها من بعض كما هو مبين بالقطاع لوحة ٤ وقد سبق الكلام على ذلك في شرح الميزانية

ثم ترقم الابعاد الافقية في أسفل جميع الارقام وتكتب فوقها مناسيب الأرض وفوق هذه تكتب مناسيب سطح تصميم الجسر وتقدير تلك المناسيب ليس هنا محله ايضا لأنها من المعالم الاصلية للطريق أو الترعة والفروقات بين مناسيب الأرض الحالية ومناسيب التصميم تكون هي ارتفاعات الحفر أو الردم ومن انموذج قطاعات الردم يعلم ان عرض الجسر ٥٫٠٠ متر وميول شواته واحد على واحد ومن الأرقام المكتوب أمامها [ارقام حمرا] المبينة في خانة ارتفاعات الحفر أو الردم تعلم ارتفاعات الاشباه المنحرفة اللازم انشاؤها بالردم بطول المسافة المبتدأة بالصفر ومنتهية بين ١٠٠٠ ، ١٢٠٠ متر

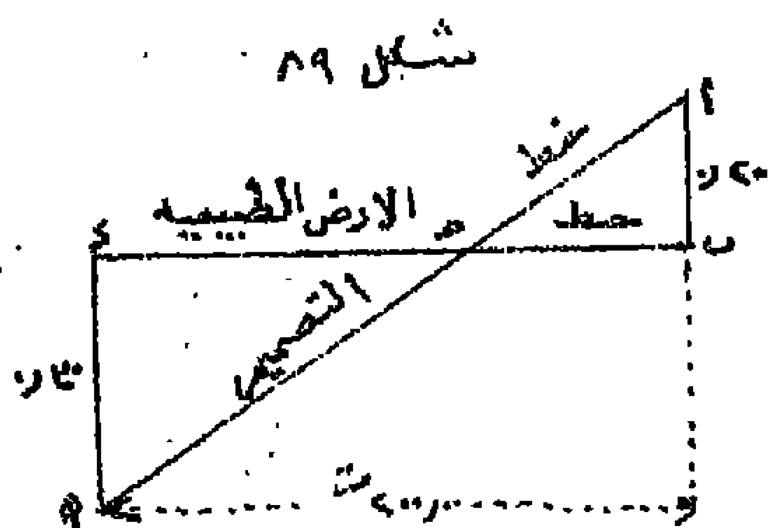
وها هو جدول حساب مكعبات الردم بالصيغة الآتية

جدول حساب مكعبات ردم المسافة الواقعة بين ٠ ، ١١٢٠
من الطريق المراد عمله بين ناحية العلواية وزاوية عكوش

متر مكعب	طول المسافة الافقية بين القطاعين المتجاورين	السطح المتوسط بين القطاعين المتجاورين	سطح القطاع	عرض السفل	عرض العلو	ارتفاع الردم	منسوب الأرض الطبيعية	منسوب التصميم	مسافات افقية من ناحية عكوش
			٠٫٦٩٠	٢٫٦٠	٢٫٠٠	٠٫٢٠	٤٫٠٠	٤٫٣٠	٠٠٠
٢٢٥٫٠	٢٠٠	١٫١٢٥							
			١٫٥٦	٣٫٢٠	٢٫٠٠	٠٫٦٠	٣٫٧٠	٤٫٣٠	٢٠٠
٣٨٠٫٠	٢٠٠	١٫٩٠٠							
			٢٫٢٤	٣٫٦٠	٢٫٠٠	٠٫٨٠	٣٫٥٠	٤٫٣٠	٤٠٠
٤٤٨٫٠	٢٠٠	٢٫٢٤							
			٢٫٢٤	٣٫٦٠	٢٫٠٠	٠٫٨٠	٣٫٥٠	٤٫٣٠	٦٠٠
٣٨٠٫٠	٢٠٠	١٫٩٠							
			١٫٥٦	٣٫٢٠	٢٫٠٠	٠٫٦٠	٣٫٧٠	٤٫٣٠	٨٠٠
٢٢٥٫٠	٢٠٠	١٫١٢٥							
			٠٫٦٩	٢٫٦٠	٢٫٠٠	٠٫٣٠	٤٫٠٠	٤٫٣٠	١٠٠٠
٤١٫٤	١٢٠	٠٫٣٤٥							
			٠٫٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٠	٤٫٣٠	٤٫٣٠	١١٢٠
١٦٩٩٫٤									

وعلى ذلك تكون مكعبات الردم هي ١٦٩٩٫٤

وتكوين هذا الجدول سهل جدا لانه موضوع بالتطبيق للنظريات والأمور السابق ذكرها وغاية ما يتصور فيه من الأمور الصعبة هو كيفية الحصول على بعد نقطة تقابل خط التصميم مع خط الأرض الطبيعية



ففي القطاع الطولي يعلم ان

ا ب = ٠٫٢٠ متر ، د هـ = ٠٫٣٠ متر ، ب د = ٢٠٠ متر

ومن تشابه المثلثين ا ب جـ ، هـ د جـ يحدث

اب / ب جـ = د هـ / جـ د أو

٠٫٢٠ جـ د = ٠٫٣٠ ب جـ أو ٢ جـ د = ٣ ب جـ

وحيث ان ب جـ + جـ د = ٢٠٠ متر فيكون

ب جـ + ٣/٢ ب جـ = ٢٠٠ متر أو

٥ ب جـ = ٤٠٠ متر ومنه

ب جـ = ٨٠ وحينئذ يكون جـ د = ١٢٠ متر

وهاك جدول حساب مكعبات حفر المسافة الواقعة بين ١١٢٠ ، ٢٢٨٠

مكعبات جزئية	طول المسافة	سطح متوسط	سطح	عرض اعلا	عرض اسفل	ارتفاع	ارض طبيعية	تصميم	مسافات
			٠٫٠٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٠	٤٫٣٠	٤٫٢٠	١١٢٠
١٧٫٦	٠٨٠	٠٫٢٢٠							
			٠٫٤٤٠	٢٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٢٠	٤٫٥٠	٤٫٣٠	١٢٠٠
٨٨٫٠	٢٠٠	٠٫٤٤٠							
			٠٫٤٤٠	٢٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٢٠	٤٫٥٠	٤٫٣٠	٤٠٠
٨٨٫٠	٢٠٠	٠٫٤٤٠							
			٠٫٤٤٠	٢٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٢٠	٤٫٥٠	٤٫٣٠	٦٠٠
٢٣٢٫٠	٢٠٠	١٫١٦٥							
			١٫٨٩٠	٣٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٧٠	٥٫٠٠	٤٫٣٠	٨٠٠
٣٧٨٫٠	٢٠٠	١٫٨٩٠							
			١٫٨٩٠	٣٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٧٠	٥٫٠٠	٤٫٣٠	٢٠٠٠
٢٣٢٫٠	٢٠٠	١٫١٦٥							
			٠٫٤٤٠	٢٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٢٠	٤٫٥٠	٤٫٣٠	٢٠٠
١٧٫٦	٠٨٠	٠٫٢٢٠							
			٠٫٠٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٠	٤٫٣٠	٤٫٣٠	٢٢٨٠
١٠٥٣٫٢									
وكذلك تحسب مكعبات ردم المسافة من ٢٢٨٠ الى ٤٠٠٠ هكذا									
			٠٫٠٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٠	٤٫٢٠	٤٫٢٠	٢٢٨٠
٤١٫٤	١٢٠	٠٫٣٤٥							
			٠٫٦٩٠	٢٫٦٠	٢٫٠٠	٠٫٣٠	٤٫٠٠	٤٫٣٠	٢٤٠٠
١٢٠٫٢	٢٠٠								
			٠٫٥١٣	٢٫٤٦	٢٫٠٠	٠٫٢٣	٣٫٨٠	٤٫٠٣	٦٠٠
٨٨٫٢	٢٠٠								
			٠٫٣٦٩	٢٫٣٤	٢٫٠٠	٠٫١٧	٣٫٦٠	٣٫٧٧	٨٠٠
١٦١٫٨	٢٠٠								
			١٫٢٥٠	٣٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٥٠	٣٫٠٠	٣٫٥٠	٣٠٠٠
٢٥٠٫٠	٢٠٠								
			١٫٢٥٠	٣٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٥٠	٣٫٠٠	٣٫٥٠	٢٠٠
٣١٤٫٠	٢٠٠								
			١٫٨٩٠	٣٫٤٠	٢٫٠٠	٠٫٧٠	٢٫٨٠	٣٫٥٠	٤٠٠
٤٨١٫٠	٢٠٠								
			٢٫٩٢٠	٣٫٩٦	٢٫٠٠	٠٫٩٨	٢٫٧٠	٣٫٦٨	٦٠٠
٥٣٨٫٠	٢٠٠								
			٢٫٤٦٠	٣٫٧٢	٢٫٠٠	٠٫٨٦	٣٫٠٠	٣٫٦٨	٨٠٠
٢٤٦٫٠	٢٠٠								
			٠٫٠٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٠	٤٫٠٥	٤٫٠٥	٤٠٠٠
٢٢٤٠٫٦									

وفى الجدول الثالث هذا استغنى عن كتابة ارقام فى خانة سطح القطاع المتوسط اقتصادا فى الزمن لانه يمكن الحصول على المكعبات من غير احتياج للمتوسطات كما سترى

سطح قطاع ٢٤٠٠ = ٠٫٦٩٠ م.م

سطح قطاع ٢٦٠٠ = ٠٫٥١٣

المجموع = ١٫٢٠٣

المتوسط =

المتوسط = ١٠ر٥٣٢ / ٢ = ٥ر٢٦٦

المكعب = المتوسط × ٢٠٠ = ١٠ر٥٣٢ / ٢ × ٢٠٠ = ١٠٠ × ١٠ر٥٣٢ = ١٠٠ (٠ر٦٩٠ + ٩ر٨٤٢) = ١٠٥٣ر٢ مترا مكعبا

أى أن المكعبات يمكن الحصول عليها بجمع المسطحات بعضها على بعض وحاصل جمع الخانة الثالثة الاعتبارية يكون اعشارى وحاصل جمع الخانتين الثانية والأولى يكون عددا صحيحا كما يتضح ذلك من جمع المقادير ٠ر٦٩ ، ٩ر٨٤٢ .

ملحوظة - هذه السهولة لا توجد الا اذا كانت القطاعات متباعد بعضها عن بعض بقدر مايتين متر وهى مزية تفضل انتخاب هذا البعد عن غيره

ومن مجموع الثلاث جداول السابقة يوضع هذا الملخص

١٦٩٩ر٤ مترا مكعبا ردم من ٠ الى ١١٢٠

٢٢٤٠ر٦ " " " ١١٢٨٠ الى ٤٠٠

٣٩٤٠ مكعبات الردم

١٠٥٣ر٢ مكعبات الحفر

المقايسة التثمينية

المقايسة التثمينية كما يدل عليها اسمها عبارة عن تقدير الثمن الذى يتكلفه العمل المراد تحرير مقايسته التثمينية فاذا فرض ان شغل المتر المكعب من الحفر = ١٠ مليم وشغل المتر المكعب من الردم ٢٠ مليم وذلك فى الطريق السابق تحرير مقايسته المترية فتوضع المقايسة التثمينية هكذا

مقايسه تثمينيه عن اعمال الحفر والردم اللازمة لعمل طريق عرضه ٨٫٠٠ متر من ناحية زاوية عكوش لناحية العلوايه

نوع العمل	مقاسات	الفيه		مبالغ جزئية		جملة	
		جنيه	مليم	جنيه	مليم	جنيه	مليم
حفر والاتربة تلقى بجوار الحفر	١٠٥٣ر٢	..	١٠	١٠	٥٣٢		
ردم والاتربة تؤخذ من تل موجود على بعد ١٠٠ متر	٣٩٤٠	..	٢٠	٧٨	٨٠٠		
احتياطى				١٠	٦٦٨		
						١٠٠	-
فقط مايتين جنيه لاغير						١٠٠	..

محمد شفيق
المهندس

مصطفى
١٨ يوليه

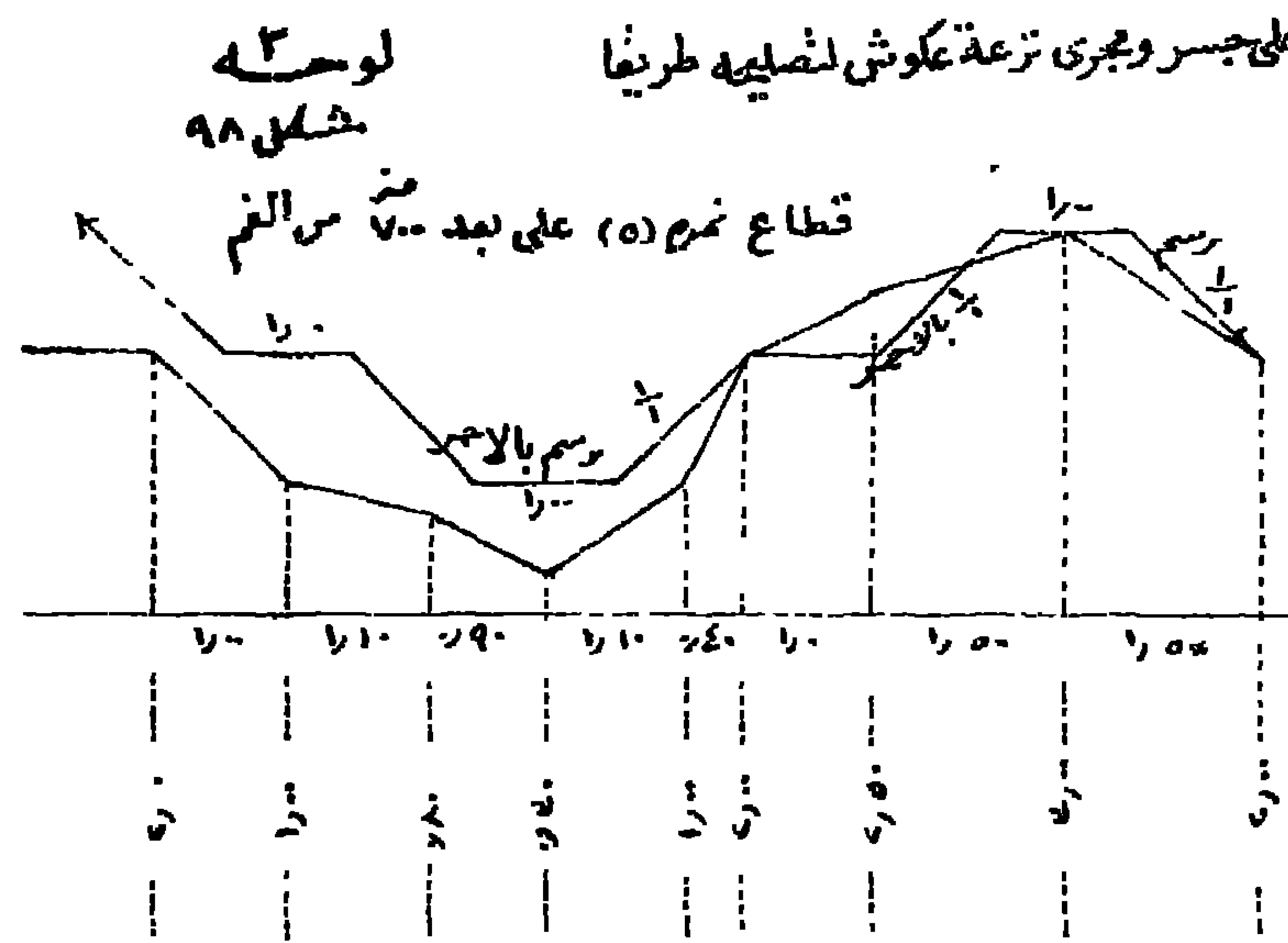
المثال الثانى

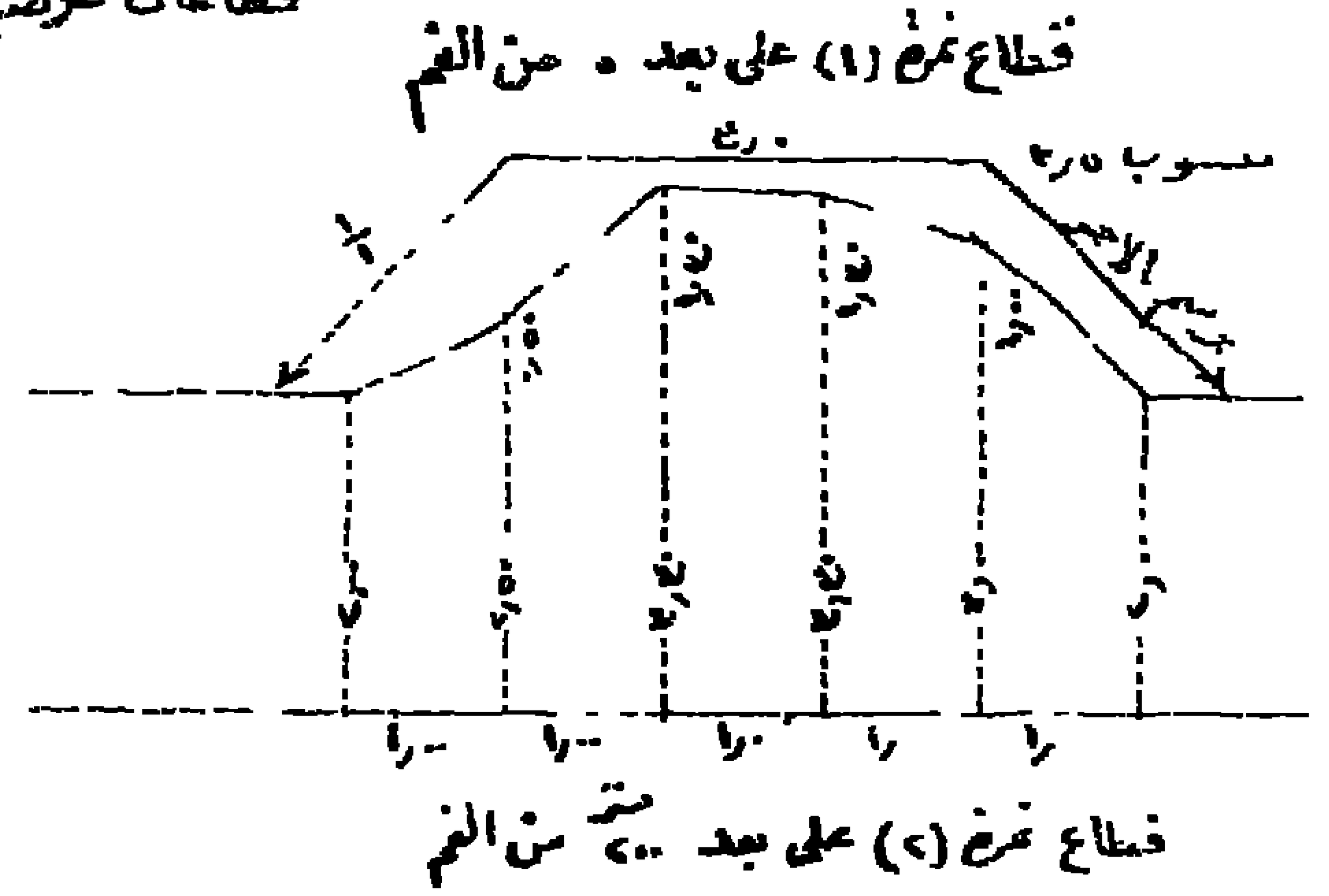
المراد عمل طريق على جسر موجود كما فى لوحة ٣

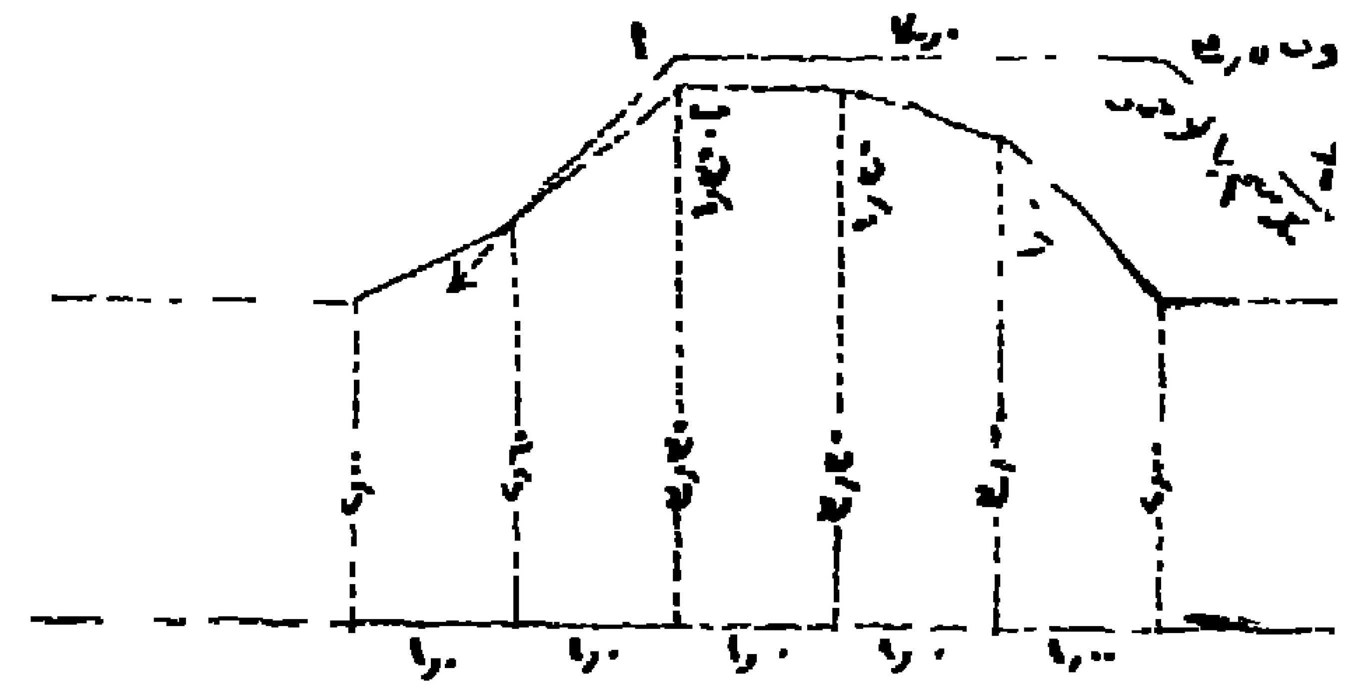
قطاعات عرضيه على جسر ومجرى ترعة عكوش لتصليبه طريقا

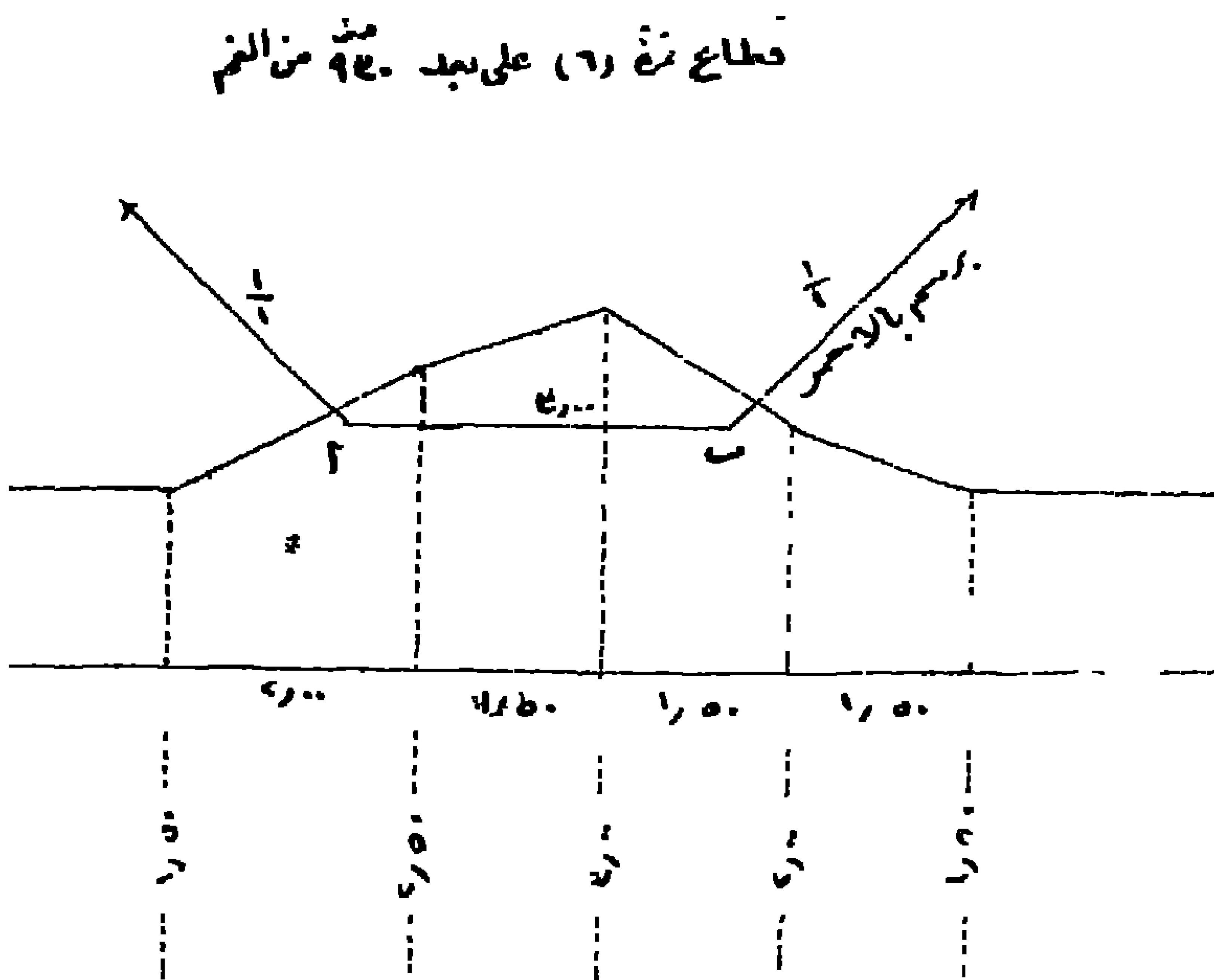
لوحة ٣

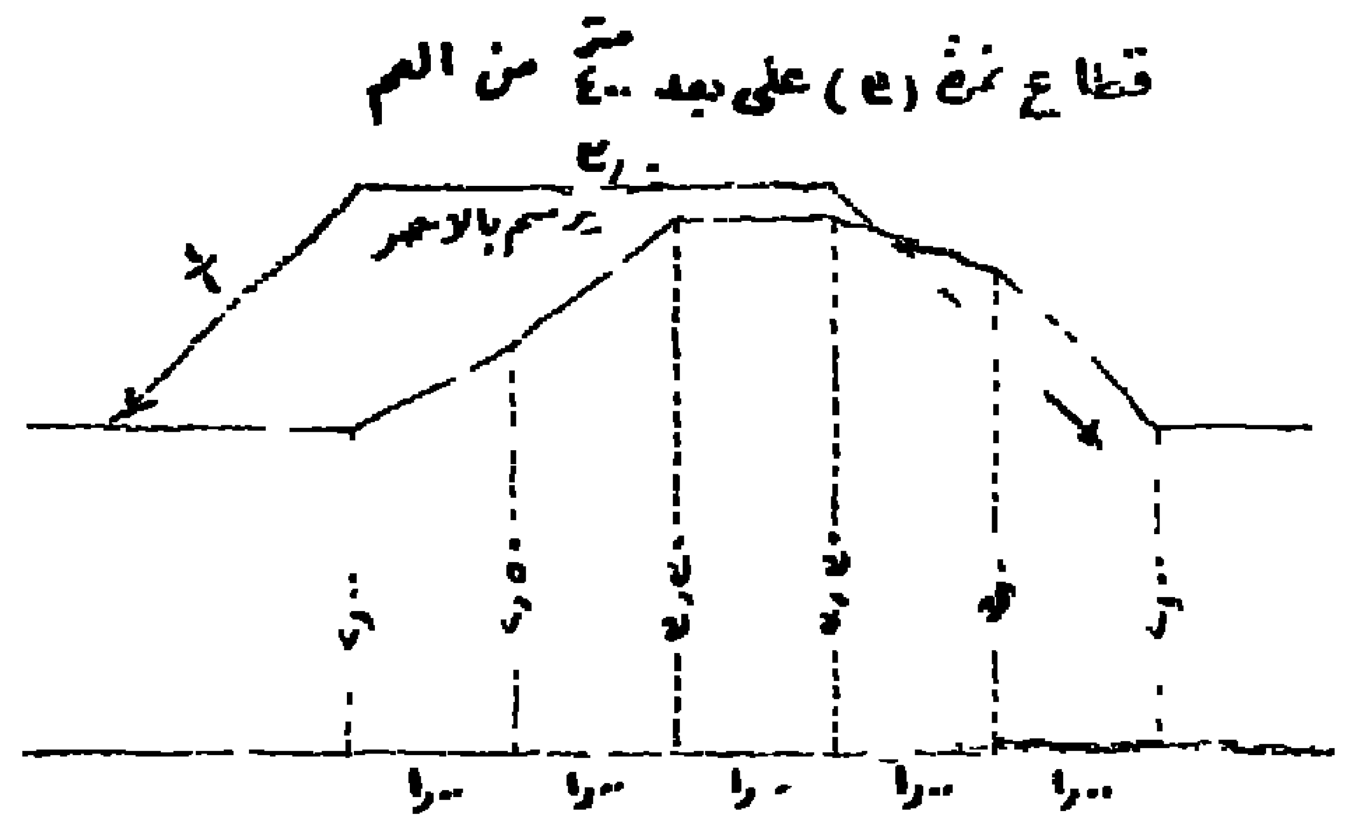
شكل ٩٨

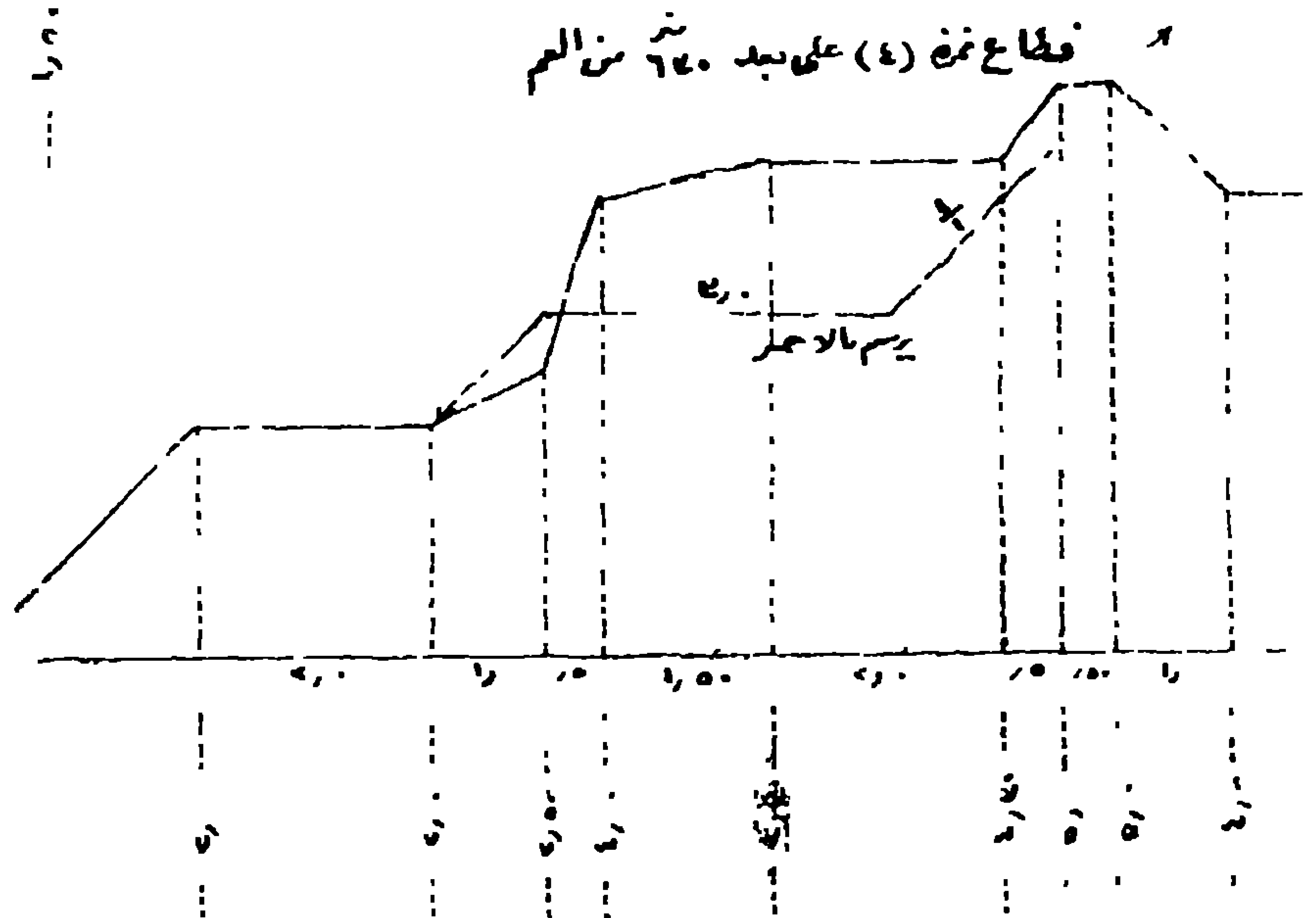












مقياس الافقيات والرأسيات ١/١٠٠

عمل فى ٢٤ يوليه سنة ١٨٩٨ عبد العزيز فريد

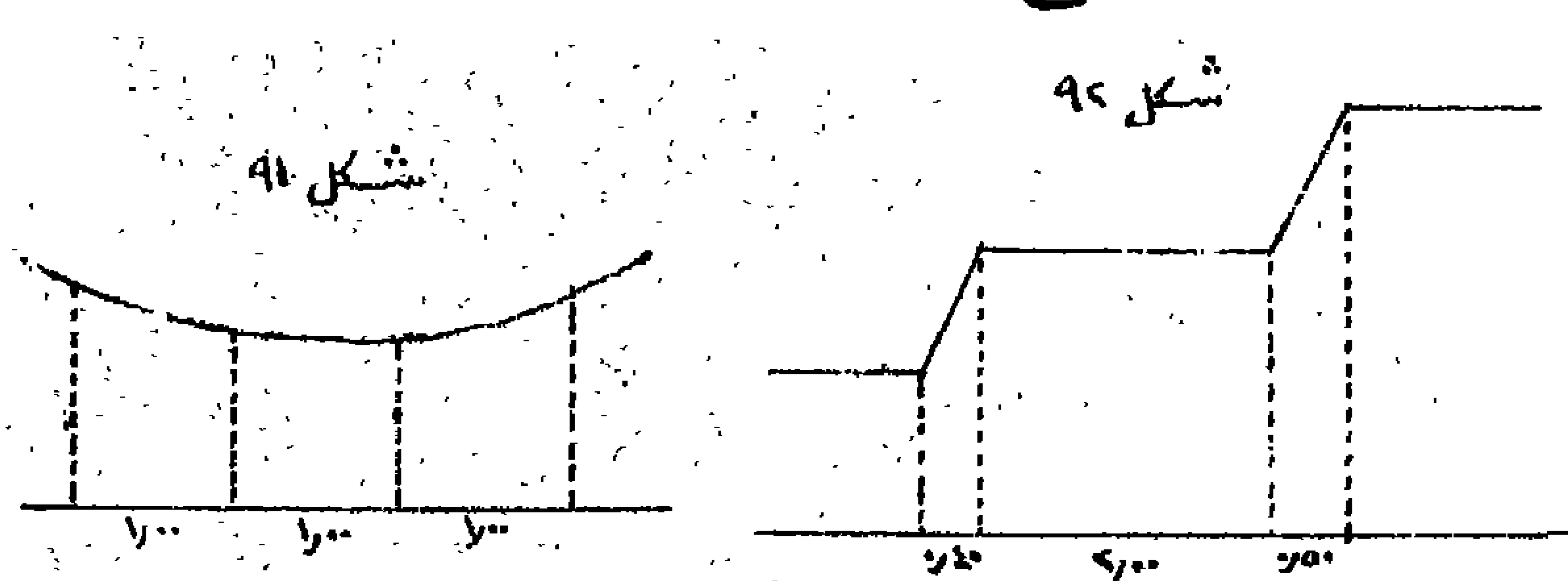
ملحوظه - قد تركنا الحرفين الصغيرين ا و ب فى قطاع نمرة (٦) لكى يشتغل الطالب بحساب المكعبات فى اصعب وضع امام العمل فيه الخط ا ب حتى يخرج من طرفى الجسر مكعب

في المثال الأول قدرنا مكعبات الحفر والردم من واقع القطاع الطولى لأن الأرض كانت مستوية والقطاعات العرضية عبارة عن أشباه منحرفة عرضها ثابت والمتغير ارتفاعاتها ولذلك كانت الحسابات التى أجريت فى غاية السهولة والبساطة وليس الأمر كذلك فى كل الأحوال.

والطالب يشاهد أنه يوجد بلوحة ٤ عشرة اشكال مختلفة صعبة جدا فعليه ان يلتفت جيدا للطرق الحسابات التى سنذكرها ويلتفت ايضا للأرقام والكتابة

أولا فى القطاعات نمرة ١ ، ٢ ، ٣ اخذت الابعاد الافقية متساوية وقدرها متر واحد وفى القطاعات نمرة ٤ ، ٥ ، ٦ أخذت الابعاد الافقية مختلفة ففيها مسافات طول كل منها ٠٫٥٠ متر وأخرى طولها ٢٫٠٠ متر وكلتا الطريقتين مستعملة وتفضل الأولى متى كان سطح الجسر أو قطاع الترعة منتظم التغير فتؤخذ فقط الميزانية على ابعاد متساوية وهو الأحسن كما هو واضح بالكروكى شكل ٩١

أما اذا كان سطح الجسر أو قاع الترعة غير منتظم التغير فتؤخذ فقط الميزانية فى الزوايا كما يرى من شكل ٩٢



ثانيا – فى قطاعات نمرة ١ ، ٢ ، ٣ رقمت المناسيب فوق خط المقارنة وفى قطاعات نمرة ٤ ، ٥ ، ٦ رقمت المناسيب اسفله محصورة بين خطين صغيرين وكلا الوضعين مستعمل ويفضل الوضع الثانى اذا كان الورق كثيرا والقطاعات قليلة العدد وهيئة اللوحة فى الوضع الثانى أحسن من الأول

حساب سطح قطاع نمرة ١

يتحصل على ذلك بحساب سطح قطاع التصميم الأحمر وطرح منه سطح القطاع الأصلى الأسود

منسوب سطح الجسر التصميمى	٣٫٥٠
منسوب الأرض	٢٫٠٠
ارتفاع الجسر	١٫٥٠ عرض أعلى ٣٫٠٠ متر

سطح القطاع الجديد ٦٫٧٥ متر مربع وسطح قطاع الجسر القديم هو

$$\frac{1\times1}{2}+1\times\frac{1+1.30}{2}+1\times\frac{1.30+1.40}{2}+1\times\frac{1.40+0.50}{2}+\frac{1.00\times0.50}{2}=4.10 \text{ متر مربع}$$

ويكون سطح ردم قطاع نمرة ١ يساوى

$$6.75-4.10=2.65 \text{ م}^2$$

حساب سطح قطاع نمرة ٢

الشئ الجديد فى هذا القطاع هو الحصول على بعد ومنسوب نقطة تقابل سطح الجسر القديم مع خط تصميم الجسر الجديد وها هى الطريقة الموصلة لذلك

منسوب نقطة ا من الجسر الجديد هو ..٣و٣ ومنسوب نقطة ب من الجسر القديم هو ٣.٢ر٣ فالفرق
اب = ٢٠ر. متر وحيث ان الميل واحد على واحد فالخط اهـ يكون
وترا لمثلث متساوى الساقين ومنه

اهَ = هـهَ = اَ ءَ = ١٠٠ر. متر

وحينئذ تكون نقطة هـ واطية عن نقطة ا بقدر متر يعنى على منسوب

٥٠ر٣ - ٠٠ر١ = ٥٠ر٢

وحيث ان نقطة ء على منسوب ٦٠ر٢ فيكون ءهـ = ١٠ر. متر ومن
المثلثين ابح ، حءهـ يحدث

$$\frac{اب}{اح} = \frac{ءهـ}{حهـ} \quad أو \quad \frac{٢٠ر.}{اح} = \frac{١٠ر.}{حهـ} \quad أو \quad ٢حهـ = اح$$

أعنى ان نقطة ح واقعة على ثلث الضلع اهـ

ومن المثلثين المتشابهين احَحـ ، اهـهَ ينتج أن حَ واقعة على ثلث اهَ وحينئذ يكون ححَ ثلثى هـهَ
اى ٦٦ر. متر وتكون مساحة المثلث ابح هى

$$\frac{٦٦ر. \times ٢٠ر.}{٢} = ٠٦٦ر. م^٢$$

ومساحة قطاع عرضى ٢ تكون

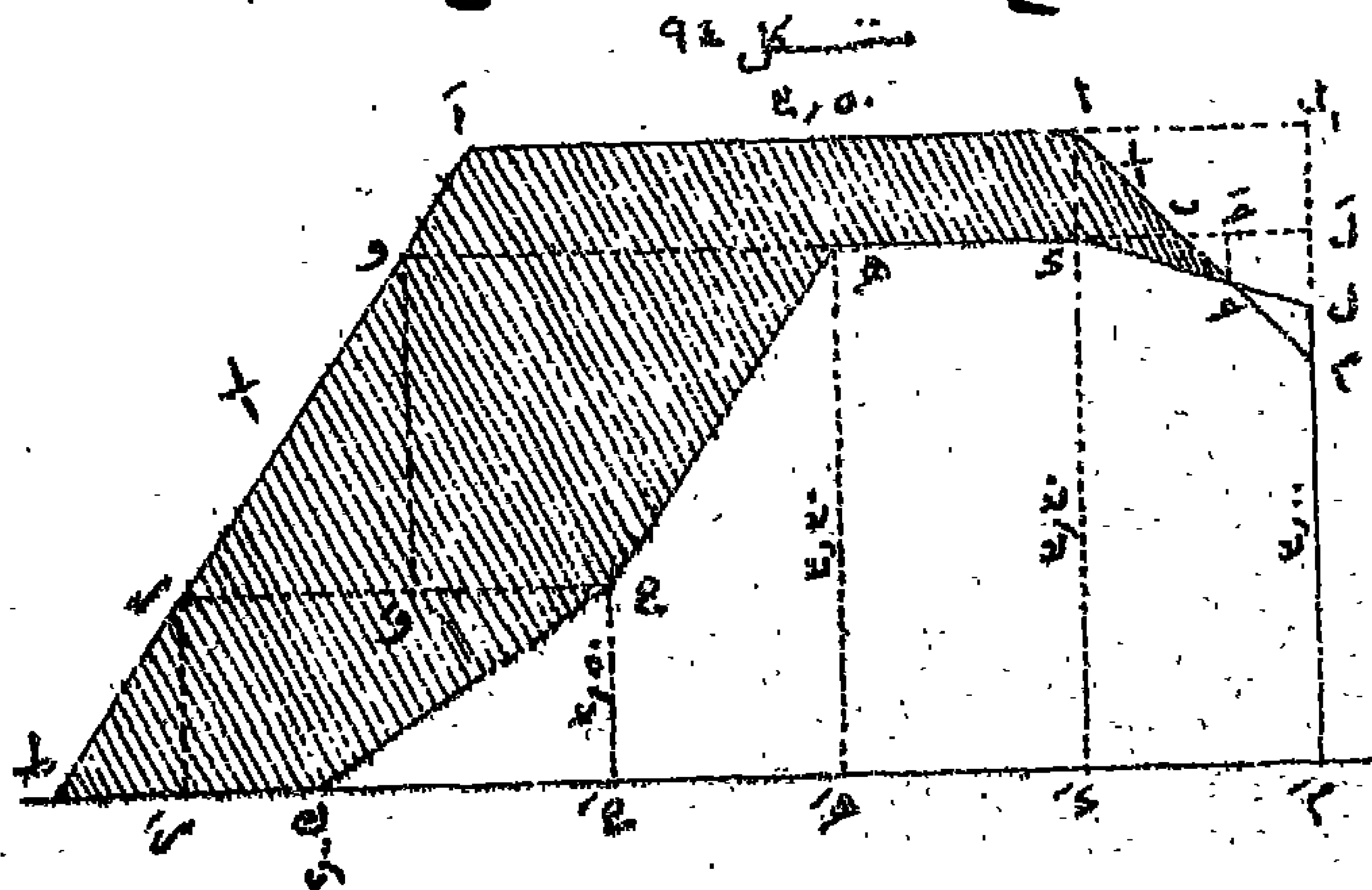
$$\frac{٤٫٥٠ + ٤٫٠٠}{٢} \times ٥٠ر١ + ٠٦٦ر. - \left[\frac{١}{٢} + \frac{٤٠ر.}{٢} + \frac{٦٠ر٢}{٢}\right] = ٧٤١ر٢$$

حساب قطاع عرضى ٣

فى حساب القطاعين السابقين أخذنا الكل وطرحنا منه الجزء الموجود وباقى الطرح يكون هو بالطبع
الجزء الآخر وهو ما يلزم ردمه

وكثير من المهندسين يقدر المسطح بتجزئته الى أشباه منحرف صغيرة ولكن هذه الطريقة مطولة ولهذا نذكرها
تكملة للفائدة

لكن المطلوب تقدير مساحة الجزء المهوشر من شكل ٩٤ المستخرج من لوحة ٢ قطاع عرضى ٣



فنتصور تقسيم هذا الجزء الى عدة اشكال بخطوط افقية (ولذلك نسمى هذه الطريقة بطريقة
الافقيات) كالخطين ب و ، ع ز فيؤول الجزء
المذكور الى

اولا - شبه منحرف اب ء و اَ ارتفاعه يساوى
٥٠ر٢ - ٣٠ر٢ = ٢٠ر. متر وعرضه ٠٠ر٣ متر فسطحه يساوى

$$٢٫٢٠ \times ٢٠ر. = ٦٤٠ر. م^٢$$

ثانيا - مثلث ب حـ ء قاعدته ب ء = اء لأن ميل الخط اب واحد على واحد وارتفاعه يحسب
كما سبق

كما حسب نظيره في قطاع نمرة ٢ هكذا
حيث أن أ على منسوب ٣٫٥٠ متر فتكون م على منسوب ٣٫٥٠ - ١ = ٢٫٥٠ وكانت ل على منسوب ٢٫٠٠
فالبعد ل م = ٠٫٥٠ متر
وحيث ان م ل = ١٫٠٠ ، م ل = ٠٫٥٠ ، أ ء = ٠٫٢٠ فيكون ل لَ = ٠٫٤٠ متر وحيث أن م ل = ٠٫٥٠ متر
، أ ء = ٠٫٢٠ متر فتكون النسبة بين ء ه ، ل ه هي ٢ الى ٥ أي أن

٥ ء ه = ٢ ل ه

وبما أن ل ه = ل ء - ء ه فيكون

ل ء = ٧/٢ ء ه = ٣٫٥٠ ء ه

وحينئذ يكون ه هَ = ١/٣٫٥ ل لَ = ٠٫٠٨٦ متر

ومساحة المثلث ه ه ء = ٠٫٠٨٦ × ٠٫٢٠ = ٠٫٠١٧ م٢

ثالثا - شبه منحرف ه ع ر و ارتفاعه الفرق بين منسوبي نقطتي ع ، و أعني ٣٫٣٠ - ٢٫٥٠ = ٠٫٨٠ متر وقاعدته العليا عبارة عن د و - د ه (يجب على الطالب ان يلتفت لطريقة الحساب)

ه و = د و - (د ء + ء ه) = ٣٫٠٠ + ٢ × ٠٫٢٠ - ١ - ٠٫٢٠ = ٢٫٢٠

وقاعدته السفلى ع ر عبارة عن ه رَ - ه عَ أو

ه رَ = ه و + و ر وقد علم ه و مما سبق وأما

و ر = و وَ = ٠٫٨٠ فيكون

ع ر = ه و + و ر - ه عَ = ٢٫٢٠ + ٠٫٨٠ - ١ = ٢٫٠٠ متر

وتكون مساحة الشكل الثالث هي

(٢ + ٢٫٢٠)/٢ × ٠٫٨٠ = ١٫٦٨

رابعا - مساحة شبه المنحرف ع ر ط ك يحصل عليها كما حصلنا على مساحة الشكل الثالث هكذا

ك ط = ع ط - ع ك = ع ر + ر ط - ع ك = ع ر + ر رَ - ع ك

وكل من ع ر ، ر رَ ، ع ك معلوم ومقاديرها هي ٢ ، ٠٫٥٠ ، ١٫٠٠ فيكون ك ط = ١٫٥٠

ومساحة الشكل ع ر ط ك = (٢ + ١٫٥٠)/٢ × ٠٫٥٠ = ٠٫٨٧٥

ومساحة قطاع نمرة ٣ تكون هي

الأول ٠٫٦٤٠
الثاني ٠٫٠١٧
الثالث ١٫٦٨٠
الرابع ٠٫٨٧٥
٣٫٢١٢

وبين من هذه الحسابات المطولة أن الطريقة التى ذكرناها لحساب قطاع نمرة ٢ هى أوفر فى الزمن واضمن فى النتيجة لأنه كلما كثر تركيب قانون المساحة كلما كانت النتيجة أكثر خطأ

حساب قطاع نمرة ٤

لايجد الطالب صعوبة فى وضع قوانين حساب قطاع نمرة ٤ بطريقة تقسيمه الى اشباه منحرفة ومثلثات بخطوط رأسية

وقد وضعنا على اليمين صافى الحسابات وعلى اليسار الاعمال المساعدة مبتدئين من اليسار الى اليمين

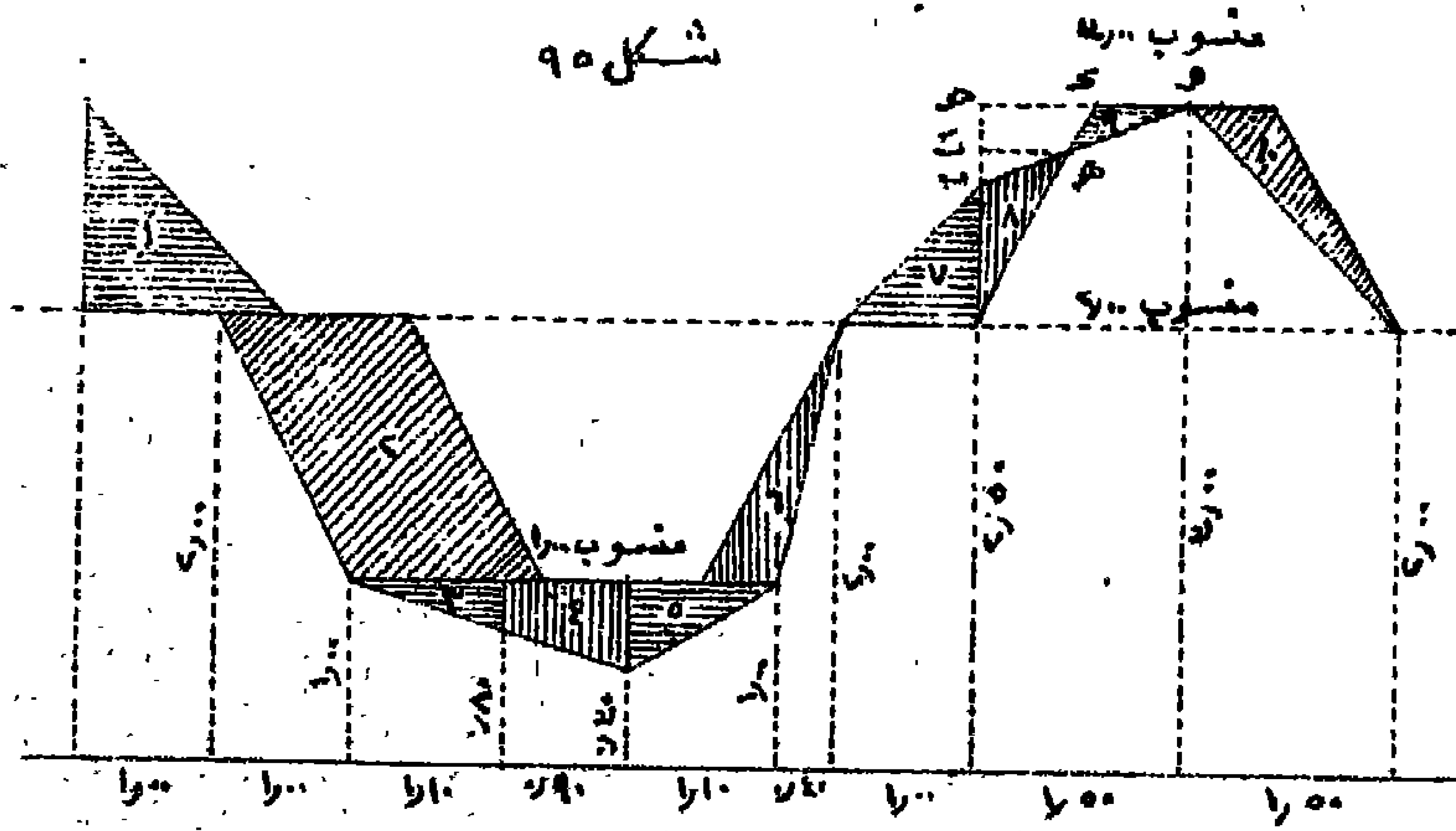
الحسابات	الأعمال المساعدة
	منسوب ٢ر٠٠ ١ر٧٠
٠ر٥٠٠ = ٠ر٥٠ × ١ر٠٠ مثلث	٣ر٠٠ ٢ر٥٠ ٠ر٥٠
	منسوب ٤ر٠٠ ٣ر٠٠ ١ر٠٠
٠ر٠٨٥ = ٠ر١٧ × ٠ر٥٠ مثلث	١ر٠٠ من طرف) ٠ر٥٠ من الآخر والبعد الافقى ٠ر٥٠ فالقسمة تكون $\frac{٥٠}{٣}$ = ٠ر١٧ متر
٠ر٢٢٠ = ١ر٠٠ × ٠ر٢٢ مثلث ١ر٧٢٥ = ١ر٥٠ × $\frac{١ر٢٠ + ١ر١٠}{٢}$ شبه منحرف ١ر٢٠٠ = ١ × ١ر٢٠ مستطيل	
٠ر٨٠٠ = ١ × $\frac{١ر٢٠ + ٠ر٤٠}{٢}$ شبه منحرف	منسوب ٣ر٠٠ ١ر٠٠ ٤ر٠٠ ٤ر٤٠ ٠ر٤٠
٠ر٤٠٠ = ٠ر٥٠ × $\frac{٠ر٥٠ + ١ر٢٠}{٢}$ شبه منحرف ٠ر١٢٥ = $\frac{٠ر٥٠ × ٠ر٥٠}{٢}$ مثلث ٥ر٠٦٥ مسطح قطاع نمرة ٤	منسوب ٤ر٠٠ ٠ر٥٠ ٤ر٥٠ ٥ر٠٠ ٠ر٥٠

مساحة

مساحة قطاع نمرة ٥

فى هذا القطاع سنتبع طريقتى الحساب السابقتين فنأخذ الطريقة الأفقية حينما نشاهد ان استعمالها اسهل من الرأسية ونأخذ هذه حينما نشاهد ان استعمالها أسهل من الأخرى

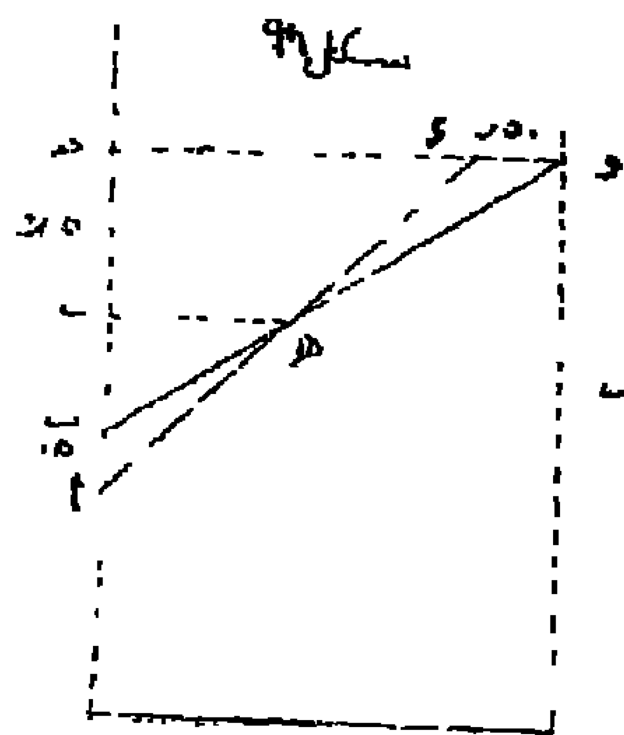
وعلى العموم يجب على المهندس ان يتبع الطريقة السهلة التى توصله لغرضه ويلزمه ان يبتعد عن الطرق الصعبة التى ينشأ عنها ارتباك الاعمال بدون فائدة



فلايجاد مساحة شكل ٩٥ نقسمه الى اجزاء صغيرة حسبما تستدعيه سهولة العمل وعدد الأجزاء هنا عشرة مميزة بنمر متسلسلة من ١ الى ١٠

(يجب على الطالب ان يلتفت جيداً للأعمال الحسابية)

	نمرة		
	١	مثلث	٠٫٧٥٠٠ = (١٫٠٠×١٫٥٠) / ٢
	٢	شبه منحرف	١٫٥٠٠٠ = ١٫٠٠ × (١٫٥٠+١٫٥٠) / ٢
قاعدة ١٫٠٠ ارتفاع منسوب ١٫٠٠ / ٠٫٨٠ / ٠٫٢٠	٣	مثلث	٠٫١٠٠٠ = ١٫٠٠ × ٠٫٢٠ / ٢
قاعدة ٠٫٩٠ ضلع ٠٫٠٢ ضلع الثانى ١٫٠٠ منسوب / ٠٫٩٣ / ٠٫٠٧	٤	شبه منحرف	٠٫٠٤٠٥ = ٠٫٩٠ × (٠٫٠٢+٠٫٠٧) / ٢
قاعدة ١٫٠٠ ارتفاع منسوب ١٫٠٠ / ٠٫٩٣ / ٠٫٠٧	٥	مثلث	٠٫٠٣٥٠ = ١٫٠٠ × ٠٫٠٧ / ٢
قاعدة ١٫١٠ − ٠٫٥٠ = ٠٫٦٠ ارتفاع منسوب ٢٫٠٠ / ١٫٠٠ / ١٫٠٠	٦	مثلث	٠٫٣٠٠٠ = ١٫٠٠ × ٠٫٦٠ / ٢
	٧	مثلث	٠٫٢٥٠٠ = ١٫٠٠ × ٠٫٥٠ / ٢
حساب بعد نقطة التقابل هـ ت منسوب ٢٫٥ / ٢٫٠ / ٠٫٥ ا ت = ت هـ و والشكل و هـ ب : هـ ت : ت ب و هـ = ١٫٥٠ حـ ب = ٠٫٥٠ فيكون هـ ت = ٣ ب ت أو ا ت = ٣ ب ت أى ان ا ب = ٤ ب ت أو ب ت = ٠٫٢٥ متر هـ ت = ٠٫٧٥ متر	٨	مثلث	٠٫١٨٧٥ = ٠٫٥٠ × ٠٫٧٥ / ٢
ارتفاع هـ ت = حـ ب − ب ت = ٠٫٥٠ − ٠٫٢٥ = ٠٫٢٥	٩	مثلث	٠٫٠٦٢٥ = ٠٫٥٠ × ٠٫٢٥ / ٢
	١٠	مثلث	٠٫٢٥٠٠ = ٠٫٥٠ × ١٫٠٠ / ٢
		مساحة القطاع نمرة ٥	٢٫٩٠٤



حساب قطاع نمرة ٦

في هذا القطاع أتينا باشكال لم ترد في القطاعات السابقة

لحساب ا ه د ء ا شكل ٩٧ يستسهل اخذ المثلث ا ه ء وطرح منه مساحة المثلث ه و د

ومعاليم حساب سطحات المثلثين المذكورين معلومة جميعها

ماعدا الارتفاع د و للمثلث الصغير ه د د فيحسب هكذا

حيث أن د ه مائل بميل واحد على واحد فيكون د و

= و ه ومن تشابه المثلثين ه و د ، ه ء ا يحدث

ه و : و د :: ه ء : ء ا أو ه و : و ه :: ه ء : ء ا ومنه

ه و + و ه : و ه :: ه ء + ء ا : ء ا ومنه

$$و ه = و د = \frac{ه ه \times ء ا}{ه ء + ء ا}$$

ففي شكل ٩٧ يكون

$$و د = \frac{٠٫٥٠ \times ١٫٠٠}{٠٫٧٥ + ١٫٠٠} = ٠٫٢٨ \text{ متر}$$

ويستعمل هذا القانون لحساب الارتفاع س ص للمثلث م س ق

بعد معرفة القاعدة م ق وها هي طريقة الحساب

يؤخذ من المثلثين ع ط ق ، ع ل ك المتشابهين أن

ع ط : ط ق :: ع ل : ل ك أعني أن

ه ن : س :: ١٫٠٠ : ٠٫٥٠ ومنه

س = ١٫٠٠

وعليه يكون م ق = س − ط م = ١٫٠٠ − ٠٫٥٠ = ٠٫٥٠

$$\text{واذن يكون} \quad س ص = \frac{٠٫٥٠ \times ٠٫٥٠}{٠٫٥٠ + ١٫٠٠} = ٠٫١٧$$

ومساحة قطاع نمرة ٦ تكون

$$\frac{١٫٠٠ \times ١٫٧٥}{٢} - ٠٫٥٠ \times \frac{٠٫٥٠}{٢} + \frac{١٫٠٠ + ٠٫٥٠}{٢} \times ١٫٠٠ + \frac{١٫٠٠ \times ٠٫٥٠}{٢} - \frac{٠٫٥٠ \times ٠٫١٧}{٢} = ٢٫٠٤ \text{ م}^٢$$

وحيث علمت مساحات الستة قطاعات وابعاد بعضها عن بعض فيكون جدول حساب الكميات كما في المثال الأول ولا حاجة لتكرار وضعه ثانيا حيث ان ذلك لا يحدث عنه فائدة

المثال الثالث

لتطهير ترعة نيلي

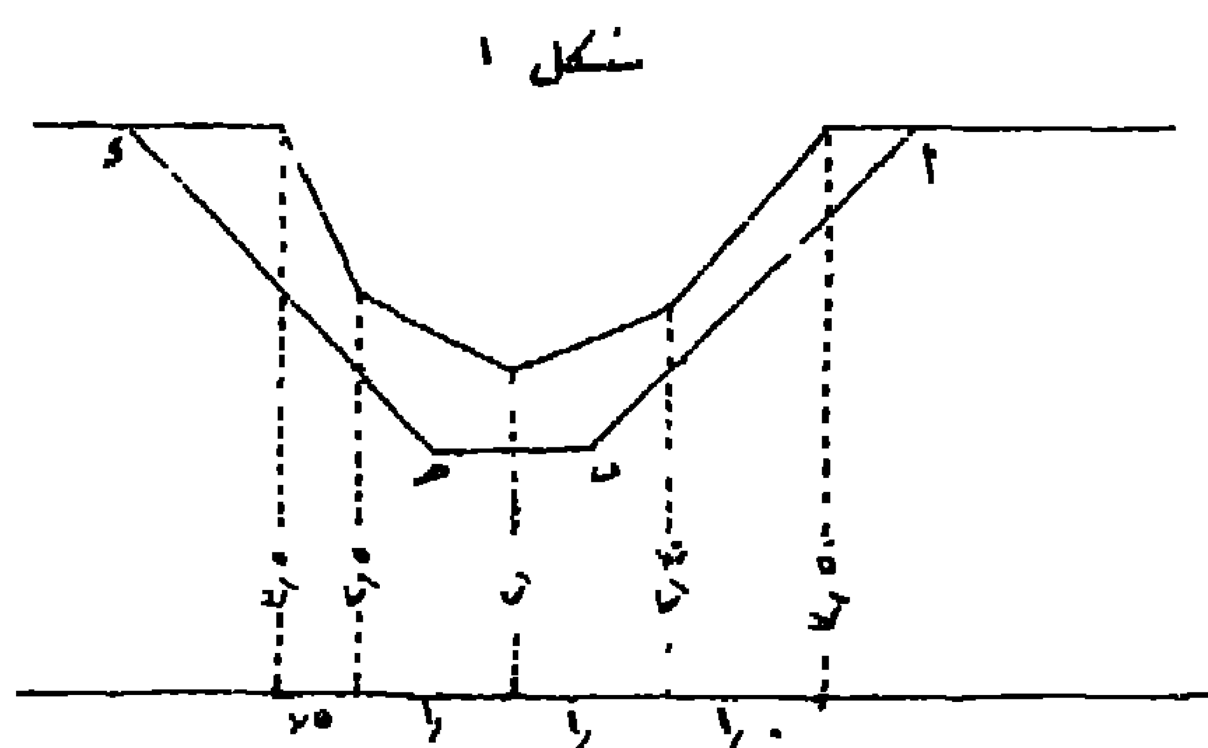
قد اخترنا في هذا المثال ابسط الاشكال في الحسابات لأنه ليس القصد هنا شرح طريقة الحساب اذ في المثال الثاني ما يكفي لذلك وانما القصد السير في الطرق الشبه نظرية التي توصل الى الطرق العملية المحضة والحقيقة ان المثال الثاني وان كان مثالا عمليا الا ان طرق الحسابات التي اتبعت هو طرق نظرية صرف

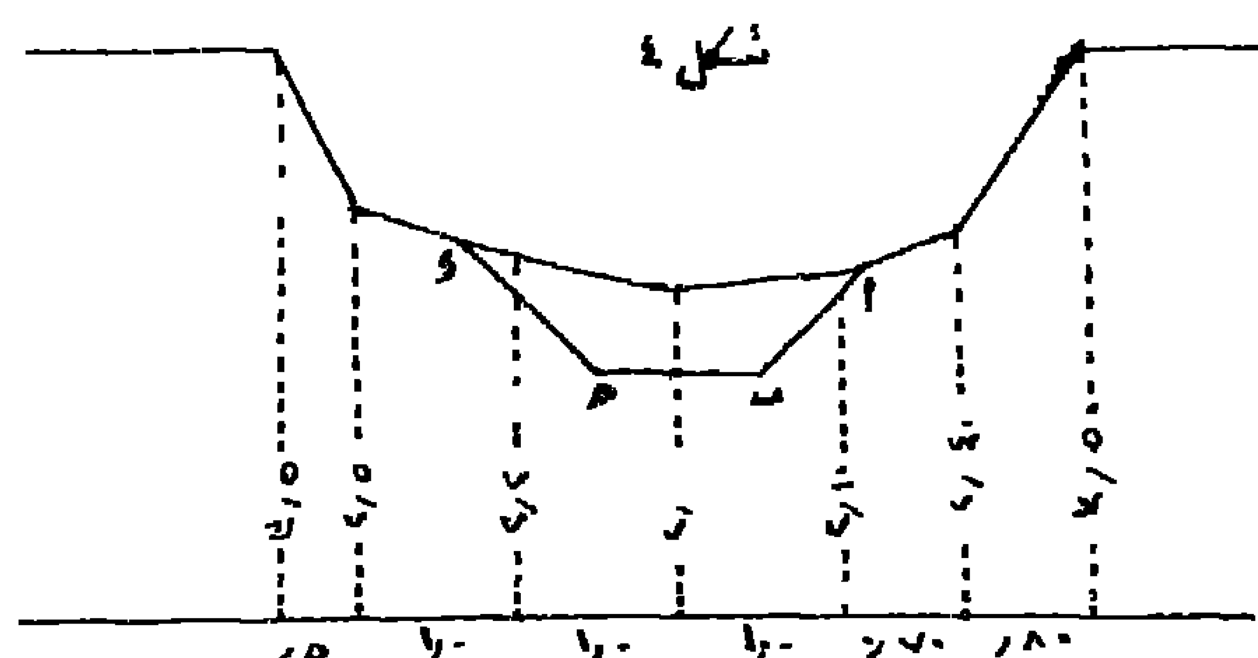
ولا

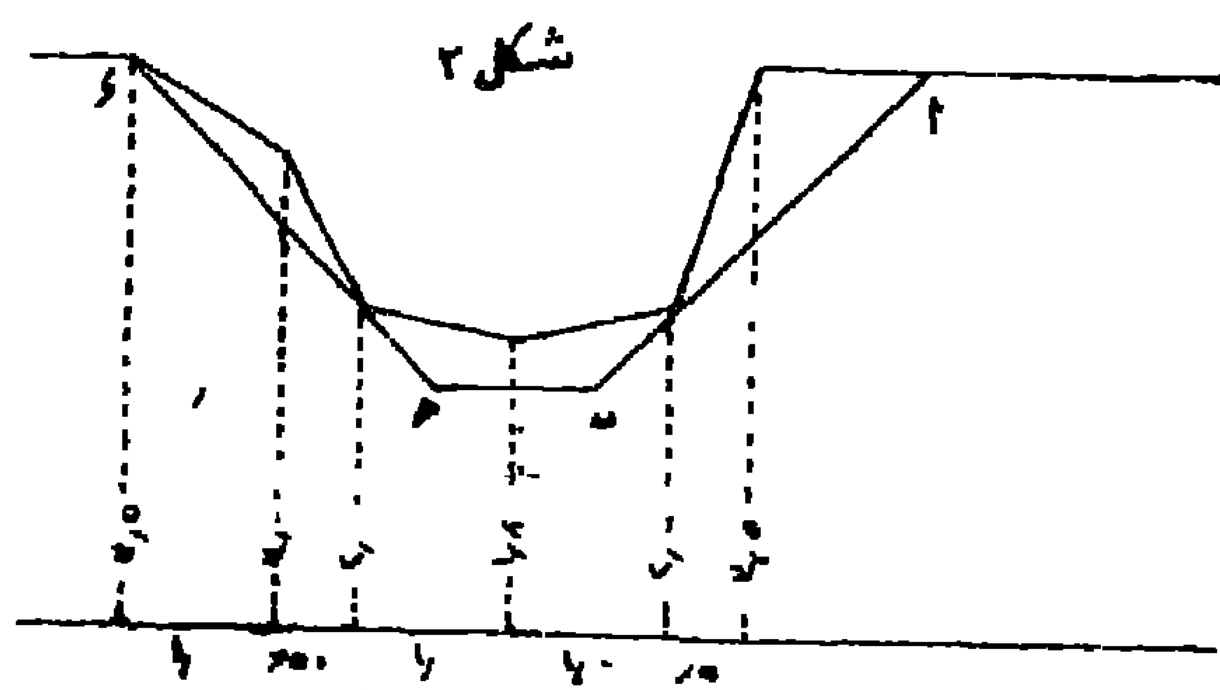
ولا يتأتى ان يستعمل غيرها

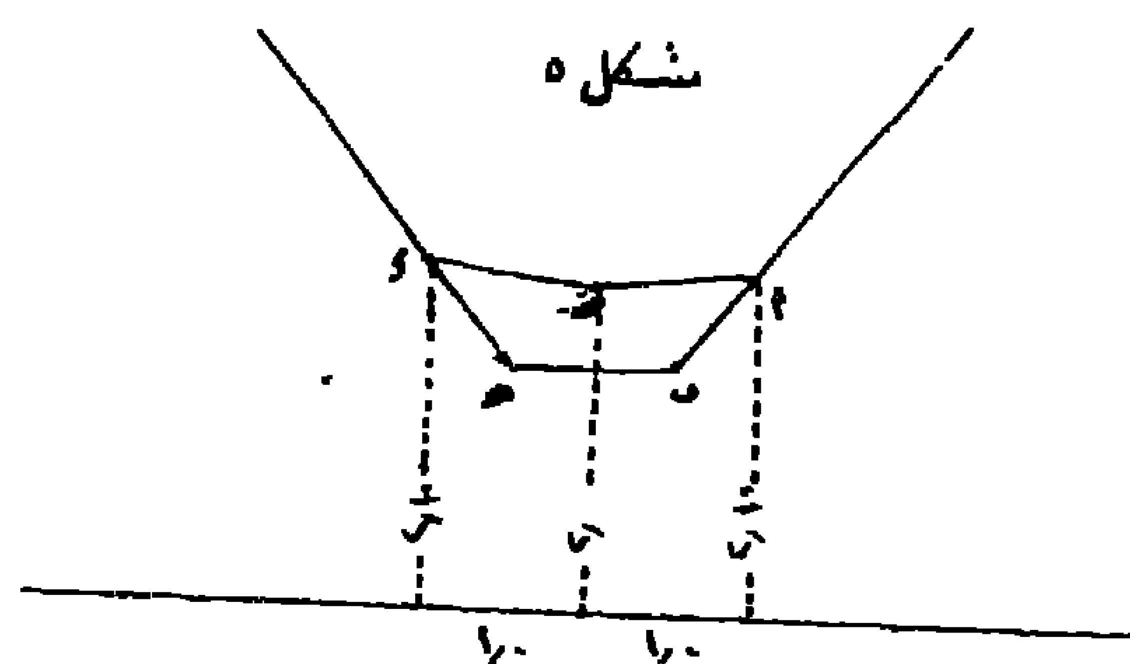
ونفس هذه الطريقة تتبع فى حساب حفر ترعة نيلية قطاعها صغير ويراد توسيعه كما فى شكل ١ و ٢ (لوحة ٣ شكل ٩٨) وتتبع ايضا فى تطهير ترعة نيلية قطاعها مبين فى لوحة ٣ بشكلى ٣ و ٤

شكل ٩٨ — قطاعات عرضية على ترعة كذا النيلية — لوحة ٣









شكل ٣

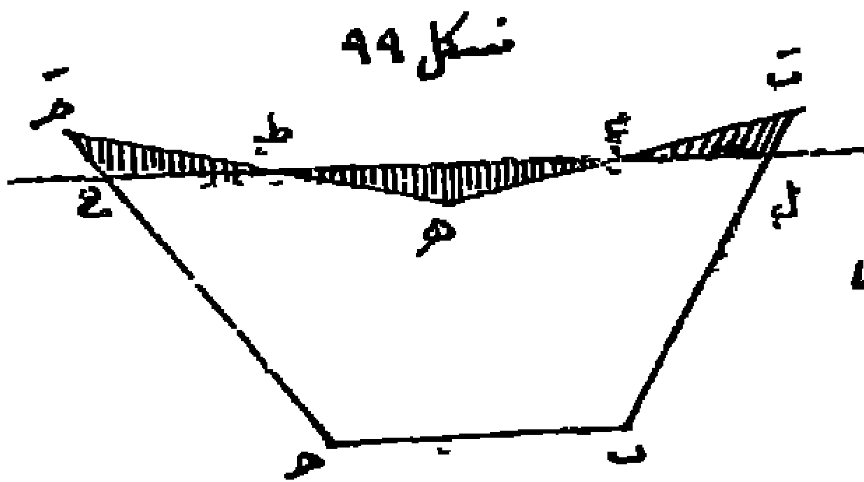
مقياس الرسم $\frac{1}{100}$

ملحوظة - فى القطاعات العمليه يرسم الخط المنكسر ادناه بالحبر الاحمر

عمل هذا بمعرفتنا فى ٤ ديسمبر ٩٨ — فلان المهندس

فاذا فرضنا أنه صار توسيع الترعة او تطهيرها واخذت الشكل ا ب ح ء شكل٤ لوحة٣ فبمرور مياه النيل بها يرسب الطمى فى قاعها وبذلك يعلو القاع المذكور شيئا فشيئا وعند انقطاع مياه النيل يأخذ القطاع الشكل ا ت هـ ح ء وفى العام الثانى عند تقدير مكعبات رفع الطمى المتكون بالقاع ت م ب ح ح هـ

لا يتبع المهندسون الطرق السابقة لأنها مطولة جدا ويستعملون طرق عملية بسيطة فيفرضون خطا افقيا ل ع شكل ٩٩ أوطى من أعلا نقطة فى قطاع الجزء المراد تطهيره وأعلا من أوطى نقطة فى القطاع المذكور بحيث يترك بينه وبين خط القاع الحقيقى اجزاء متعادلة فى المساحة فوق وتحت الخط التصورى المذكور اى ان تكون



مساحة ت ل م + مساحة ط ع ح = مساحة م هـ ط

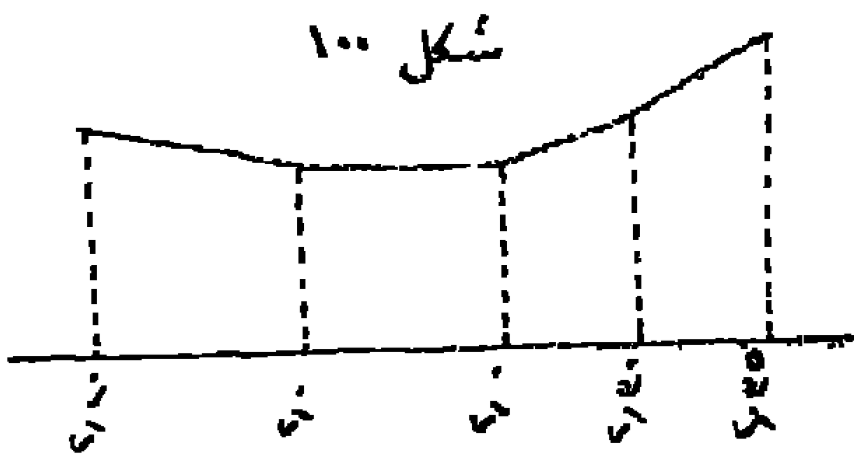
وبذلك تؤول المسئلة الى تقدير مساحة شبه المنحرف ل ب ح ع المساوية لنصف مجموع قاعدتيه المتوازيتين فى الارتفاع

وتحديد وضع الخط ل ع لا يحتاج لصعوبة عظيمة الا اذا أردنا البحث النظرى الدقيق اما فى العمل فيفرض دائما موضوعا على منسوب متوسط مناسيب الثلاثة نقط ت ، هـ ، ح فمثال شكل ٤ لوحة ٣ يكون منسوب الخط ل ع هو $\frac{٢١٠ + ٢٠٠ + ٢١٠}{٣}$ أى ٢٠٦ر٢ وبما أن منسوب القاع بعد الحفر هو ٠٥ر١ فارتفاع التطهير يكون

٢٠٦ر٢ - ٠٥ر١ = ١٥٦ر١

ومسطح القطاع يكون ١٥٦ر١ × ١٥٦ر١ = ٨٧ر٠ مترمربع

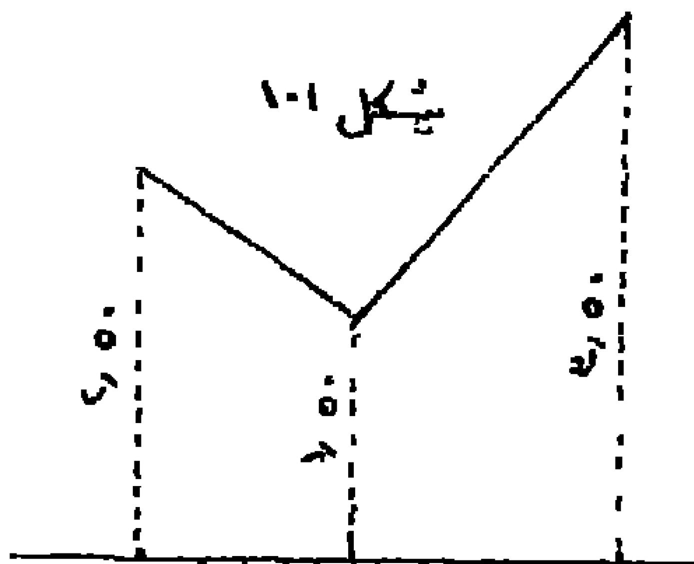
وأما فى شكل ١٠٠ فيؤخذ متوسط مناسيب الخمسة نقط التى صار رصدها بالقاع والفرق بينه وبين قاع التصميم يكون هو ارتفاع التطهير اعنى ان ارتفاع الخط اللازم فرضه يكون مساويا $\frac{٢٠٣ + ٢٠٠ + ٢٠٠ + ٢٠١ + ٢٣٥}{٥} = \frac{١٠٨٥}{٥} = ٢١٧ر٢$



وحينئذ يكون ارتفاع التطهير مساويا

٢١٧ر٢ - ٠٥ر١ = ٦٧ر٠ متر

الا ان هذه الطريقة البسيطة جدا لا تستعمل الا اذا كانت مناسيب نقط القاع قريبة من بعضها ولا يصح تطبيقها اذا كانت مناسيب القاع تختلف كثيرا عن بعضها كأن تكون مساوية ٥٠ر٢ ، ٥٠ر١ ، ٥٠ر٢ كما فى شكل ١٠١



ففى هذه الحالة يلزم استعمال الطرق الأصلية لحساب مسطح القطاع والطريقة المذكورة سابقا مستعملة كثيرا عند المهندسين بمصر ويعترف بصحتها الرؤساء والمرؤسين وهى مقررة بأوامر رسمية كما يتضح لك ذلك من نص المنشور الآتى الذى اصدره الكولونيل روس فى ١٤ اكتوبر سنة ٨٨٥

لاجل تحضير جداول الاعمال اللازم تشغيلها فى سنة ١٨٨٦ يلزم ان قطاعات الجسور التى تعمل بالترع كبيرة

كبيرة كانت أو صغيرة تكون فى اربعة مواضع عن كل كيلومتر ويكون الجس بالصورة الآتية

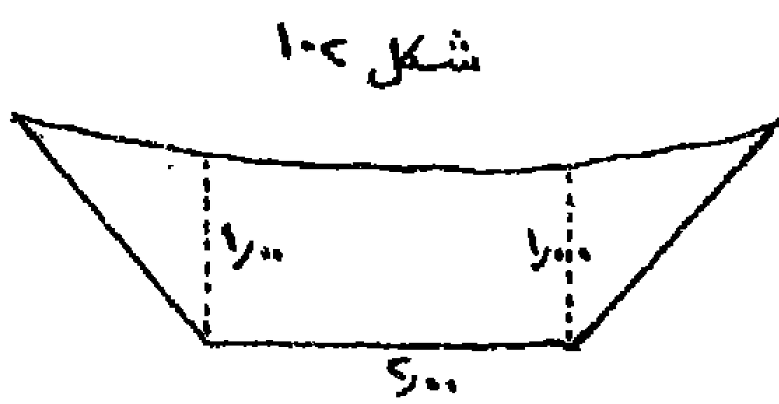
فى الترع الكبيرة يعمل الجس فى ثلاث نقط اثنتان منها على بعد خمسة أمتار من الجانبين الأيمن والأيسر والثالثة تكون فى وسط الترعة

وفى الترع الصغيرة يعمل الجس فى تقابل قاع الترعة بالميلين الايمن والأيسر وفى وسط الترعة

ولا يلزم عمل رسومات القطاعات العرضية بل يكتفى بارسال كشف الارتفاعات فقط وهذا المنشور معمول به الآن والفرق الذى ينشأ من استعمال هذه الطريقة أقل بكثير من الفرق الذى ينشأ عن عدم الدقة فى تقدير مناسيب النقط ولم يستفد فى المنشور المذكور سوى الأمرين الآتيين

الأول — ان أغلب المهندسين العاملين الآن يأخذون خمسة قطاعات فى الكيلومتر بدل أربعة

الثانى — ان المهندسين المذكورين يأخذون النقطتين المتطرفتين متباعدتين عن نقطة الوسط بقدر خمسة أمتار وقد يأخذونها على الحرف الذى سينتهى اليه التطهير



مثلاً فى شكل ١٠٢ ارتفاع التطهير ١,٠٠ متر وعرض القاع اسفل ٢,٠٠ متر فالعرض المنتظر للقاع من أعلا يكون

٢+١+١ = ٤ متر

فيأخذون نقطتين متباعدتين عن بعضهما بقدر ٤,٠٠ متر ونقطة ثالثة فى الوسط تماما وهاهو مثال عملى عن تطهير ترعة نيلية

مكعبات	طول القطاع	مسطح القطاع المتوسط	مسطح القطاع	ميول الجوانب	عرض السفل	ارتفاع التطهير	منسوب قاع التصميم	منسوب القاع الحالى	منسوب القاع الحالى يمين	وسط	يسار	مسافات من الفم
			١,٩٦٤	١/٢	١,٠٠	١,٢٢	١٥,١٥	١٦,٣٧	١٦,٤٤	١٦,٤٢	١٦,٢٦	١٢٠٠٠
٤٢٤,٩	٢٠٠		٢,٢٨٥	١/٢	١,٠٠	١,٣٦	١٥,١٤	١٦,٥٠	١٦,٥٠	١٦,٥٠	١٦,٤٩	٢٠٠
٤٣٧,٦	٢٠٠		٢,٠٩١	١/١	١,٠٠	١,٠٤	١٥,١٢	١٦,١٦	١٦,٢٠	١٦,١١	١٦,١٨	٤٠٠
٤٦٦,٤	٢٠٠		٢,٥٧٢	١/١	١,٠٠	١,٢٨	١٥,١٢	١٦,٤٠	١٦,٤٠	١٦,٢٨	١٦,٤١	٦٠٠
٣٧٨,٣	٢٠٠		١,٢١١	١/٢	١,٠٠	٠,٨٥	١٥,١١	١٥,٩٦	١٦,٠٠	١٥,٩٠	١٥,٩٨	٨٠٠
٢٤٤,٩	٢٠٠		١,١٢٨	١/٢	١,٠٠	٠,٨١	١٥,١٠	١٥,٩١	١٥,٩٥	١٥,٨٨	١٥,٩١	١٢٠٠٠
١٩٤٢,٠												

طريقة أخرى

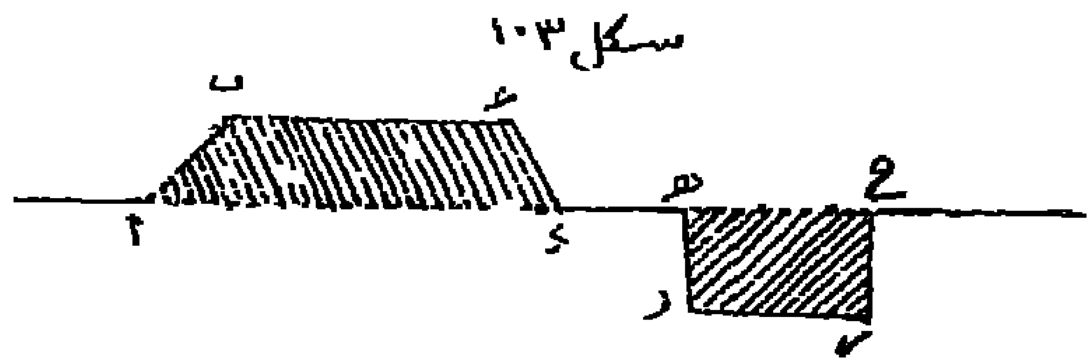
قد يلجأ المهندسون الى استعمال طريقة أخرى لتقدير مكعبات الحفر والردم فى الاعمال الجافة سواء كانت ترع نيلية أو مصارف جديدة أو جسور أو سكك زراعية وذلك بقياس الحفر التى أخذت منها الأتربة

ان كان العمل ردما او بقياس القطاعات التابقيت بالترعة او بالجسر ان كان العمل حفرا كما يتضح ذلك من الخمسة أمثلة الآتيـة

المثال الأول

السكك الزراعيـة

ولو أن سطح السكك الزراعية يعمل حسب خط تصميم معلوم بأبعاده ومناسيبه الا ان استلام تلك السكك أى التقدير النهائى للمكعبات التى تشغلت لا يقدر بعملية ميزانية لأنهم لا يقدرون مكعبات السكك الزراعية او السكك الحديدية بقياس سطح قطاع السكة ا ب جـ د شكل ١٠٣ بل يأخذون حجم الحفرة هـ و ر ح التى اخذت منها الاتربة



وقد يتصور بادئ بدء أن المستطيل ح ر و هـ يكافئ شبه المنحرف ا ب جـ د لان الاتربة التى أخذت من الأول وضعت فى الثانى الا أن العمل دل على ان الاتربة التى تستخرج وتوضع فى ا ب جـ د تكون أكبر حجما من هـ و ر ح مع أن مقدارها وثقلها لم يتغير والسبب فى ذلك انها فى وضعها الأصلى كانت منضغطة بخلاف فى وضعها الجديد الذى كثرت فيه الاخلية بسبب قلة الضغط ولذلك نص بالمادة الرابعة من صك الشروط الهندسية الموضوعة للسكك الزراعية ما يأتى « ان تقدير مكعبات الردم يكون من واقع الحفر التى اخذت منها الاتربة وليس من نفس الجسر المتكون »

المثال الثانى

تعلية جسور النيـل

الاشتغال البسيطة التى تعمل فى جسر النيل تنحصر فى تعلية مسافات منه او شطف جزء من الشو وسطح هذا الجسر يجعل دائما مرتفعا عن أعظم فيضان بمتر واحد وكلما انحط جزء منه بأى سبب من الاسباب يردمونه ويقدرون مكعبات الردم بقياس الحفر التى عملت بجوار الجسر التى اخذت منها الاتربة

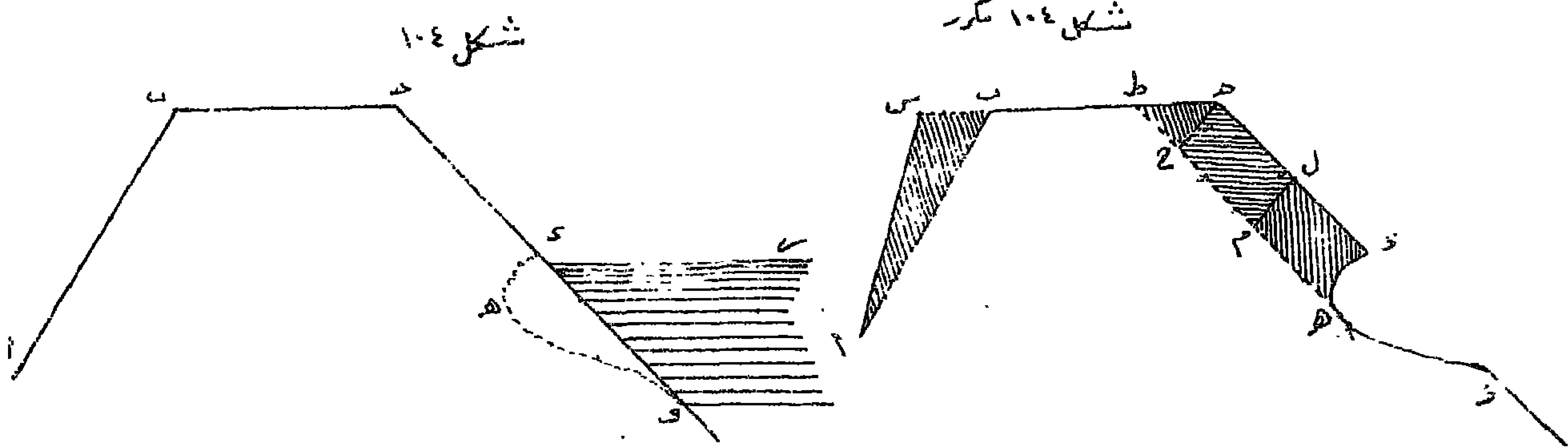
وهذه الطريقة تؤدى لدرجة ضبط عظيمة أكثر من غيرها لان سطح الجسر متغير من مترة لآخر واذا أريد تقدير المكعبات اللازمة لتعليته بعملية ميزانية فيحتاج الأمر لفقد زمن طويل فى أخذ مناسيب عدة نقط أو جملة قطاعات متقاربة جدا بعضها من بعض حتى يتوصل لتقدير تلك المكعبات بدرجة ضبط موافقة ولو أنها لا تعادل درجة الضبط التى تحصل من الطريقة السابقة

والحفر التى تؤخذ منها الاتربة تسمى « متاريب »

المثال الثالث

شطف شوات جسور النيل

ليكن ا ب جـ د و هو جسر النيل شكل ١٠٤ ل ر ع هو سطح مياه الفيضان فالامواج التى تحدث من تأثير الرياح على سطح المياه تصادم سطح الشو جـ و فينأكل شيئا فشيئا وبعد نزول مياه الفيضان يتضح

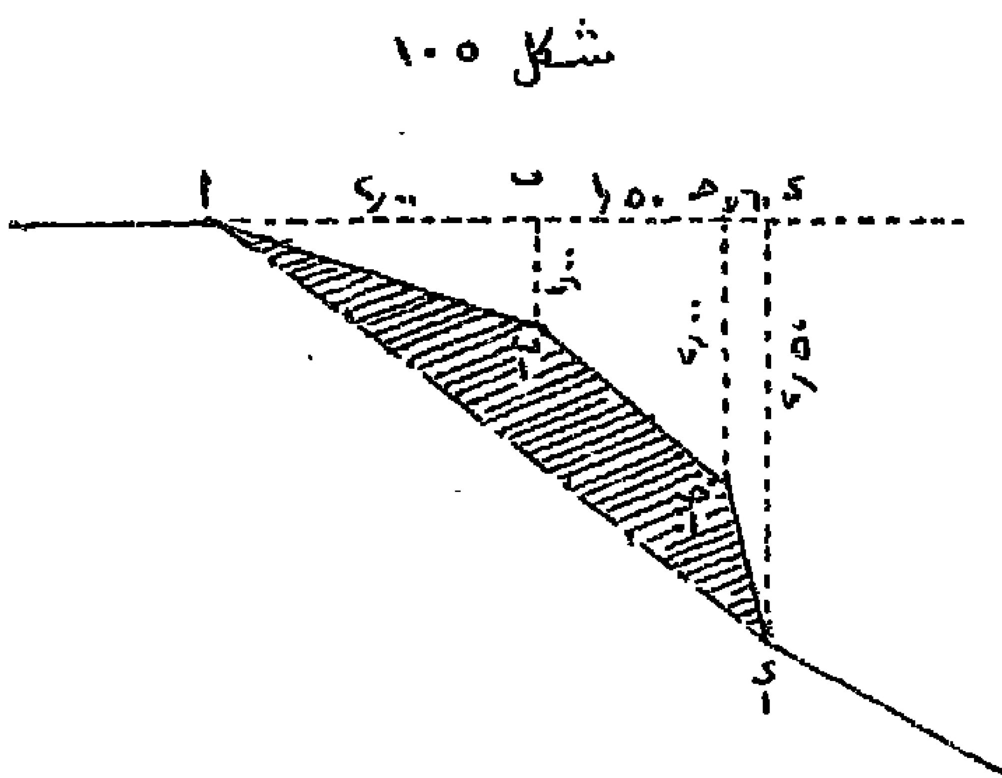


يتضح ان سطح الشو أخذ الشكل حـ ء هـ و شكل ١٠٤ فتبقى الكتلة حـ ء هـ معلقة بدون ارتكاز وباقية في محلها بقوة التماسك

وبما أن وجود النجوم ء هـ و يمنع انتظام المحاماه عن الشاطئ حـ ء و في العام القابل فيكسر الجزء المعلق حـ ء هـ ويلقى خلف الجسر كما في شكل ١٠٤ مكرر وبذلك يأخذ قطاع الجسر الخط وهـم ع ط ب س ا بدل ء ل حـ ب ا وهذا ما يسمى بشطف الشو

وتقدر مكعبات شطف الشو بقياس الابعاد الاصليه للمثلثات والمستطيلات والاشباه المنحرفة المنحصرة في الشكل بعد اجراء عملية الشطف نفسها كما هو مبين في شكل ١٠٤ مكرر ومساحة الشكل المذكور تكون مساوية

مساحة ء هـ م ل + مساحة ل م ع حـ + مساحة حـ ع ط



واحيانا تقدر مكعبات شطف الشو قبل اجراء عملية الشطف برسم قطاع الشطف كما في شكل ١٠٥ بان تقاس الابعاد الافقية بين النقط المختلفة لقطاع الشطف وهي ا ب، ب حـ، ا حـ ء وترصد مناسيبها اي ارتفاعاتها بالنسبة لبعضها كما في الشكل المذكور وحينئذ تكون مساحة قطاع الشطف مساوية

$$٥٠ر٢ \times \frac{٠٠ر٢ + ٥٠ر١ + ٦٠ر٢}{٢} - \left[\frac{١ \times ٤}{٢} + \frac{٤ + ١}{٢} \times ٥٠ر١ + \frac{٢ + ٥٠ر٢}{٢} \times ٦٠ر٢\right]$$

المثال الرابع

لنفرض ان ا ب حـ ء هـ و ر سطح جسم غير منتظم صار تصليحه حسب الخط ا ب حَ ءَ ط و ر بواسطة احد المقاولين فيجب على المقاول المذكور ان يترك من مسافة الى مسافة جزءا من سطح الجسر يتبين منه هيئة الجسر قبل التصليح وبعده وهذه الاجزاء تسمى بروفيلات وكلمة بروفيل لفظة فرنساوية معناها قطاع وقد تسمى تلك البروفيلات بالشواهد الا ان التسمية الاولى هي المستعملة كثيرا

فالبروفيل في هذا الشكل يكون هو ر ط ب حـ ء هـ و ر وتقدر مساحته بتقسيمه الى عشرة اشكال وقياس ابعادها بالعمل فيقاس بحَ، حـحَ، ءءَ، طط، هـهَ، وو، رو، ووَ، هـطَ، طءَ، ءَحَ

بالعمل من نفس البروفيل الموجود في الطبيعة ومجموع مساحات المثلثات والمستطيلات والاشباه المنحرفة الحاصلة يكون هو مسطح البروفيل وهذه الطريقة تستعمل في قياس بروفيلات الترع النيلية

شكل ١٠٦

المثال الخامس

تطهير ترعة صيفي باليد

سواء كانت الترعة نيلية اى لا تجرى فيها المياه الا مدة النيل فقط وتكون جافة في باقي السنة أو صيفية أى تجرى فيها المياه طول السنة فان عملية حصر مكعبات التطهير ليست الا عبارة عن تقدير مسطحات قطاعات الحفر كما سبق فاذا كانت الترعة نيلية اى جافة في وقت تقدير المكعبات فتظهر للمهندس النقط الاصلية للشكل المراد رسمه أو تقدير مساحته ويمكنه ان يشاهد بعينيه نقط القاع ب ء ه ء ى ويقيس ابعادها الافقية بعضها عن بعض ويقدر ارتفاعاتها بالنسبة لبعضها شكل ١٠٧

شكل ١٠٧

وليس الامر كذلك في الترع الصيفية التي بها مياه فان كتلة المياه المنحصرة في قطاع الترعة تمنع المهندس من رؤية نقط تعاريج القاع شكل ١٠٨ ولذلك يلتجأ الى طريقة الجس فيعين منسوب سطح الماء ويقدر اعماق المياه تحت السطح المذكور في عدة نقط مختلفة من عرض المجرى ويستدل بتلك الاعماق على مناسيب عدة نقط من القاع بقدر ما يريد وبواسطتها يمكن رسم شكل القطاع بوجه التقريب

شكل ١٠٨

وقلنا بالتقريب لان شكل القطاع لا يظهر بهيئته تماما الا في النقط التي تكون تحت الجس كالنقطتان ء ء المسامتتان للنقطتين و ، هـ أما نقطة حـ فانها تختبأ كلية وحينئذ يفقد من مسطح القطاع المثلث ء حـ ب وكلما كانت نقط الجس قريب بعضها من بعض كلما امكن تعيين شكل القاع بصورة مضبوطة وفي العادة يجعلون بعد النقط المذكورة بعضها عن بعض مترا واحدا في الترع الصغيرة ومترين في الترع الكبيرة ومتى تحصلنا على مناسيب نقط القاع رجعت المسئلة لحالة الترع النيلية والفرق بين الترع النيلية والترع الصيفية هو كيفية معرفة مناسيب نقط القاع أما الحسابات فواحدة سواء اتبعت الطرق النظرية المضبوطة لتقدير المسطحات أو اتبعت الطرق التقريبية

وتتبع الطرق المضبوطة عندما يراد توسيع ترعة صيفية أو تغيير ابعاد قاعها عندما يكون عرض القاع صغيرا الا عندما يكون كبيرا

أما اذا كانت الترعة صغيرة وكان المراد تطهيرها فقط وارتفاعات التطهير ليست كبيرة فتستعمل الطريقة التقريبية وهي أن يعمل الجس في ثلاث نقط من القاع فقط تكون اعماق المياه فيها قريب بعضها من بعض ويؤخذ

ويؤخذ متوسطها ويعتبر أنه هو الجسر المتوسط ويطرح من منسوب سطح المياه فالناتج يكون هو منسوب نقطة القاع

والنقطتان المتطرفتان تكونان متباعدتين عن بعضهما بقدر عرض قاع التصميم مضافا اليه ضعف ارتفاع التطهير بوجه التقريب

وهاك جدول حساب مكعبات ترعة صيفية عرض قاعها ٢٫٠٠ متر

مكعب	طول	متوسط	مساحة القطاع	عرض السطح	ارتفاع الطمى	منسوب قاع التصميم	منسوب سطح القاع الحالى	منسوب سطح الماء	منسوب الجسر	جسر يمين	جسر وسط	جسر يسار	المسافة من الفم
			١٫٤٠٢	٢٫٠٠	٠٫٥٥	٢٫٠٠	٢٫٥٥	٣٫٦٠	١٠٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٠٠٠
٢٥٠٫١٠	٢٠٠		٢٫٠٩٨		٠٫٧٦	١٫٩٩	٢٫٧٥	٣٫٦٠	٨٥	٨٥	٩٠	٨٠	٢٠٠
٢٩٥٫١٤	٢٠٠		١٫٨٥٦		٠٫٦٩	١٫٨٨	٢٫٦٧	٣٫٥٩	٩٤	٩٢	٩٥	٩٠	٤٠٠
٢٧٨٫٨	٢٠٠		٠٫٩٤٢		٠٫٤٩	١٫٨٧	٢٫٣٦	٣٫٤٩	١٢٣	١١٠	١٤٠	١٢٠	٦٠٠
٢٠٠٫٦	٢٠٠		١٫٠٧٤		٠٫٤٤	١٫٩٦	٢٫٤٠	٣٫٥٨	١١٨	١١٥	١٢٠	١١٠	٨٠٠
١٢٢٤٫٨													

ملحوظات مهمة

ان درجة ضبط المكعبات فى الترع الصيفية تتعلق بدقة رصد مناسيب سطح المياه وبقياس الأعماق فاذا التفت المهندس جيدا لهذين الأمرين كانت نتيجة المكعبات التى تحصل عليها مضبوطة وبخلاف ذلك يوجد فيها خطأ

وبعض المهندسين المكلفون بمباشرة عملية التطهير يهملون فى أحد هذين الأمرين فتكون النتيجة كلها خطأ ومثال ذلك لو فرض أن ا ب جـ د هو (شكل ١٠٩) ترعة عليها بعض وابورات ويأخذ منها الفرع هـ ح وبصب فيها الفرع و ز ، ء قنطرة مفتوحة ، ب قنطرة حجز عليها وابور ، ا قنطرة فم عليها وابور أيضا

شكل ١٠٩

ترعة فرعية
وابور ثابت
ب
وابور
قنطرة
قنطرة
فرع يصب فى الترعة

فعند تقدير مكعبات التطهير بالنسبة لهذه الترعة يأخذ بعض المهندسين المتساهلين فى العمل منسوب

سطح الماء من الروبير ١ ومنسوبه من الروبير ر ويقسمون فرق المنسوبين على طول المسافة الواقعة بين ١ ، ر ويعتبرون الناتج هو الانحدار في المتر الطولي أو في الكيلومتر وذلك بالنسبة للمقسوم عليه ويبنون حساباتهم على هذا الاعتبار ويستخرجون المكعبات من واقعها ويتضح فيما بعد عند جفاف الترعة أن الارتفاعات التي قرروا تشغيلها ليست حقيقية وأن هناك فرق عظيم بينها وبين ما يجب تشغيله في الحقيقة فيقعون في اشكال زائد وتكون نتيجة هذا التساهل غير حميدة العاقبة لما في ذلك من الشبهة فحينئذ يجب على المهندس أن يلاحظ ما يأتي

أنه لو كانت المياه المنصرفة من الفم ١ تم جميعها من القنطرة ر وقطاع الترعة في انتظام تام وليس هناك فروع ولا وابورات تأخذ مياهها من الترعة المذكورة لكان انحدار سطح المياه بين ١ ، ر منتظما ومقداره في الكيلومتر بين ١ ، ﺣ كمقداره في الكيلومتر بين ﺣ ، ر

ولكن في الحالة التي نحن بصددها اذا كان الوابور دائرا فيأخذ من الترعة كمية من المياه ويبقى فيها عند القنطرة ﺣ مقدار تصرف الترعة الأصلي ناقص منه تصرف الوابور اما اذا لم يكن الوابور دائرا فتصرف الترعة عند ﺣ يكون عين تصرفها عند ١ وحينئذ فالفرق الأول يكون أكبر من الفرق الثاني وسطح المياه في الحالة الأولى يكون اوطى منه في الحالة الثانية وكذلك اذا كانت الترعة ﺣ ﺧ مفتوحة فأن سطح المياه عند القنطرة ء يكون منحطا عما اذا كانت الترعة ﺣ ﺧ مقفولة

وحينئذ بين ١ ، ء توجد اربع حالات تؤثر على منسوب المياه عند ء وهي

الوابور ب بطال والترعه ﺣ مقفوله

الوابور ب شغال والترعه ﺣ مفتوحه

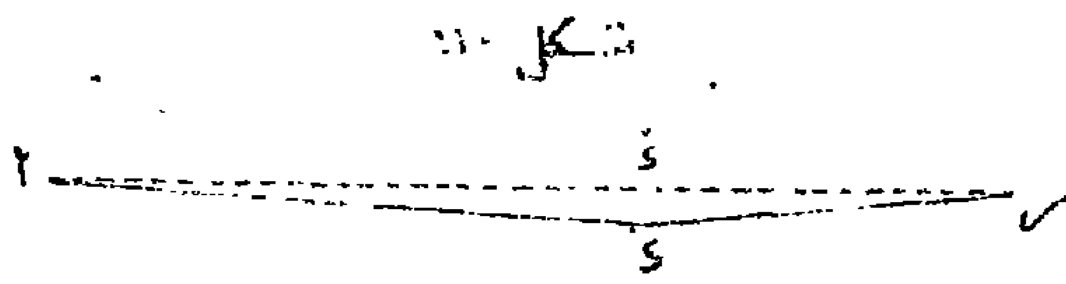
الوابور ب بطال والترعه ﺣ مفتوحه

الوابور ب شغال والترعه ﺣ مقفوله

ويكون منسوب المياه عند نقطة ء متغير في كل من هذه الاربعة احوال وبمرور المياه من عيون القنطرة ء يحصل لها انزناق ينشأ عنه رمو أمام القنطرة اى فرق يحصل في الموازنة بين مناسيب سطح المياه امام وخلف القنطرة

فاذا كان الوابور ﻫ بطالا والقنطرة ر مقفولة كانت السرعة قليلا والرمو قليل وبالعكس تكون السرعة كبيرة اذا كانت القنطرة ر مفتوحة والوابور ﻫ دائرا ويكون بالنتيجة الرمو كبيرا عند القنطرة ء

واذا كانت المياه الآتية من الترعة و ى كثيرة فانها تحدث ارتفاعا في مياه الترعه ر ﻫ ء وربما عكست الانحدار وحولت التيار عن اتجاهه الاصلي في الحبس «المسافة بين قنطرتين» ر ء ويتقابل التياران عند القنطرة ء ويصير لسطح الماء انحداران منعكسان احدهما نازل من ١ الى ء والثاني صاعد من ء الى ر مع ان النقطة ر أوطى من النقطة ١ كما هو مبين لشكل

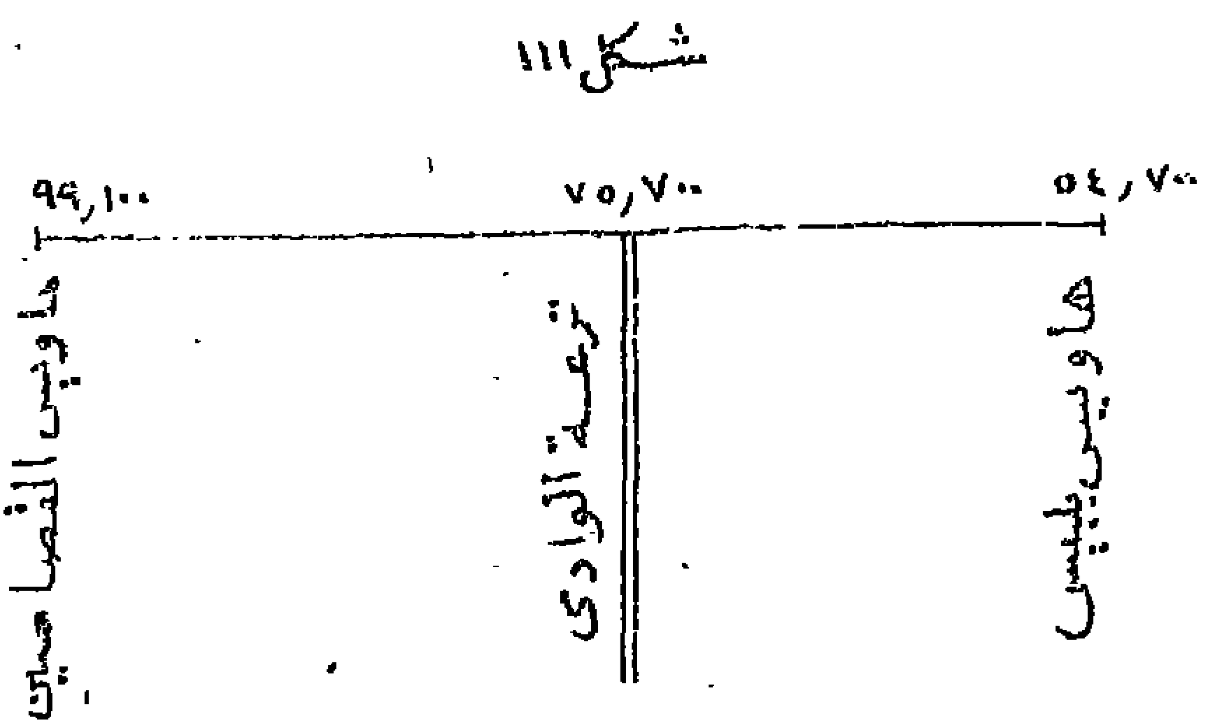


وحينئذ يكون الانحدار بين ١ ، ى وبين ى ، ٢ ليس منتظما للاسباب السابقة وعليه فاعتبار انحدار سطح الماء على حسب ان يكون خطا مستقيما ليس صحيحا والواجب عمله اذا هو تعيين منسوب سطح الماء فى عدة نقط متقاربة بعضها من بعض قربا كافيا

فان لم يوجد على الترعة روبيرات مضبوطة كثيرة العدد وقريبة من النقط التى يحتمل تغيير منسوب سطح المياه عندها وجب عمل ميزانية من ابتداء الترعة الى نهايتها ثم تثبت نقط ثوابت على جسورها أو على القناطر المقامة عليها أو على المبانى أو ما شاكل ذلك لكى يستخدمها المهندس فى العام الآتى عند تطهير الترعة ثانى دفعة أو عند الاستلام بعد التطهير

ولنضرب لذلك مثالا فعليا ليتضح للطالب سبب التطويل فى هذا الموضوع وهو

يوجد على الترعة الاسماعيلية عند كيلومتر ٥٤٫٧٠٠ منها هاويس يسمى هاويس بلبيس وآخر عند كيلومتر ٩٩٫١٠٠ يسمى هاويس القصاصين وبينهما فرع آخذ من الترعة عند كيلومتر ٧٥٫٧٠ يسمى ترعة الوادى شكل ١١١ فعندما يكون فم ترعة الوادى مفتوحا تنحط المياه كثيرا عند هاويس القصاصين وعندما يكون الفم المذكور مقفولا ترتفع المياه عند القصاصين



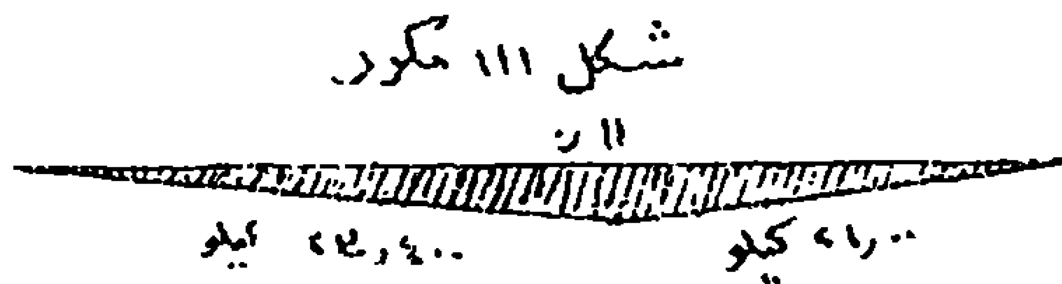
ويختلف الانحدار اختلافا زائدا بين الوادى والقصاصين مع بقائه ثابتا تقريبا بين بلبيس والوادى كما يتضح من هذه الارقام

تاريخ الرصد	خلف بلبيس	الانحدار بين بلبيس والوادى	امام الوادى	الانحدار بين الوادى والقصاصين	امام القصاصين	الانحدار الكلى
يوم ٣١ ابريل سنة ٩٨	٩٫٩١	٠٫٦٣	٩٫٢٨	٠٫٢٨	٩٫٠٠	٠٫٩١ متر
يوم ٢٨ مايو سنة ٩٨	٩٫٨٢	١٫٤٢	٨٫٤٠	١٫٦٨	٦٫٧٢	٣٫١١

ومن هذا الجدول يعلم ان هناك اختلاف عظيم جدا بالنسبة للانحدار الكلى وكذلك يكون بالنسبة للكيلومتر فاذا أريد استخراج منسوب سطح المياه امام فم ترعة الوادى فى يوم ٢٨ مايو سنة ٩٨ من مناسيب المياه خلف بلبيس وامام القصاصين فيكون مساويا

$$\frac{\text{الفرق بين مناسيب المياه فى الهاويسين}}{\text{المسافة بينهما}} = \frac{٩٫٨٢ - ٦٫٧٢}{٩٩٫١٠٠ - ٥٤٫٧٠٠} = ٠٫٠٧ \text{ متر}$$

اعنى ان الانحدار فى الكيلو متر يساوى ٠٧ر متر
ويكون الانحدار الكلى فى المسافة بين ترعة الوادى وهاويس بلبيس هو
(٧٥ر٧٠٠ - ٥٤ر٧٠٠) × ٠٧ر = ٤٧ر١
ويكون منسوب المياه أمام الوادى هو
٩ر٨٤ - ٤٧ر١ = ٨ر٣٦
اى ان الفرق بينه وبين المرصود من الطبيعة هو ٠٤ر متر
أما فى يوم ٢١ ابريل سنة ١٩٥٨ فنجد منسوب المياه أمام الوادى بالحساب ٣٩ر٩ اى بفرق ١١ر متر عن المرصود من الطبيعة
فاذا فرضنا ان المهندس المكلف بحصر مكعبات تطهير الترعة الاسماعيلية لم يراع أخذ منسوب سطح المياه أمام فم ترعة الوادى لكانت حساباته بها خطأ فى الارتفاعات قدره ١١ر متر
فاذا أردنا معرفة مقدار ما ينتج عن هذا الفرق من المكعبات نفرض ان عرض قاع الترعة ٠٠ر١٠ متر فسطح القطاع المتوسط يكون مساويا ١١١ر١
والمكعبات تكون



مكعبات	طول	سطح متوسط	سطح
١٢٩٨٧	٢٣٤٠٠	٥٥٥ر٠	٠٠٠ر ١١١ر١
١١٦٥٥	٢١٠٠٠	٥٥٥ر٠	٠٠٠ر
٢٤٦٤٢			

اربعة وعشرون الفا وستمائة اثنين واربعين مترا مكعبا بفئة ٣٥ر ملیم المتر فتكون قيمة تشغيلها ٤٧٠ر ٨٦٢ جنيه وهو فرق فى الحساب تأتى من عدم التفات المهندس لرصد منسوب المياه عند فم ترعة الوادى عندما كان يحصر مكعبات التطهير واعطى لسطح المياه انحدارا منتظما من ابتداء هاويس بلبيس لهاويس القصاصين ونظرا ان هذا الفرق الجسيم يكفى لفهم ما سبق التكلم عليه

الدقة فى قياس أعماق المياه

اذا فرضنا ترعة عرضها من اسفل ٠٠ر١٠ متر وارتفاع التطهير فى قطاع ما ٠٠ر١ متر فسطح القطاع يكون
(١٠+١) × ١ = ١١ بطول ١٠٠٠ متر = ١١٠٠٠ مترا مكعبا
فلذا كانت حقيقة الارتفاع هى ٩٨ر متر فقط كانت المكعبات
(١٠+٩٨ر) × ٩٨ر = ٧٦ر١٠ بطول ١٠٠٠ متر = ١٠٧٦٠

الفرق ٢٤٠
اى ان الفرق فى الكيلو متر الواحد مقداره ٠٠ر٢٤٠ متر مكعب بالنسبة لاثنين سنتيمتر
وبالطبع هذا المقدار يكبر كلما كان مقدار خطأ قياس ارتفاع التطهير أكبر وهذا لا ينتج الا من عدم دقة

دقة المهندس وتساهله في العمل

والمهندس الدقيق هو الذى يلتفت جيدا لجس اعماق المياه فى الترعة عند حصر مكعبات تطهيرها فينتخب لعملية الجس رجالا يميلون للحق ولا يكونوا من طرف المقاول ويباشر العمل بنفسه ويختبر الارتفاعات التى تحصلوا عليها فيمسك الجس بيده ويقدر الارتفاعات من زمن الى آخر ليهابه العامل الذى عهد اليه الجس وينبهه على الدوام بمراعاة الدقة والضبط فان وجد منه تقصيرا فى تنفيذ اوامره وشاهد منه حالة الاختلاس وجب عليه طرده واستعواضه بآخر يكون مطيعا للأوامر مستقيما متقنا لعملية الجس حيث ان هذه العملية صعبة جدا وتنوعت فيها الافكار

فاذا كانت الترعة متسعة والمياه عميقة وجب استعمال فلوكة لأخذ ارتفاعات الجس وفى هذه الحالة يلزم ان يكون المهندس موجودا بالفلوكة ليراقب ضبط العمل

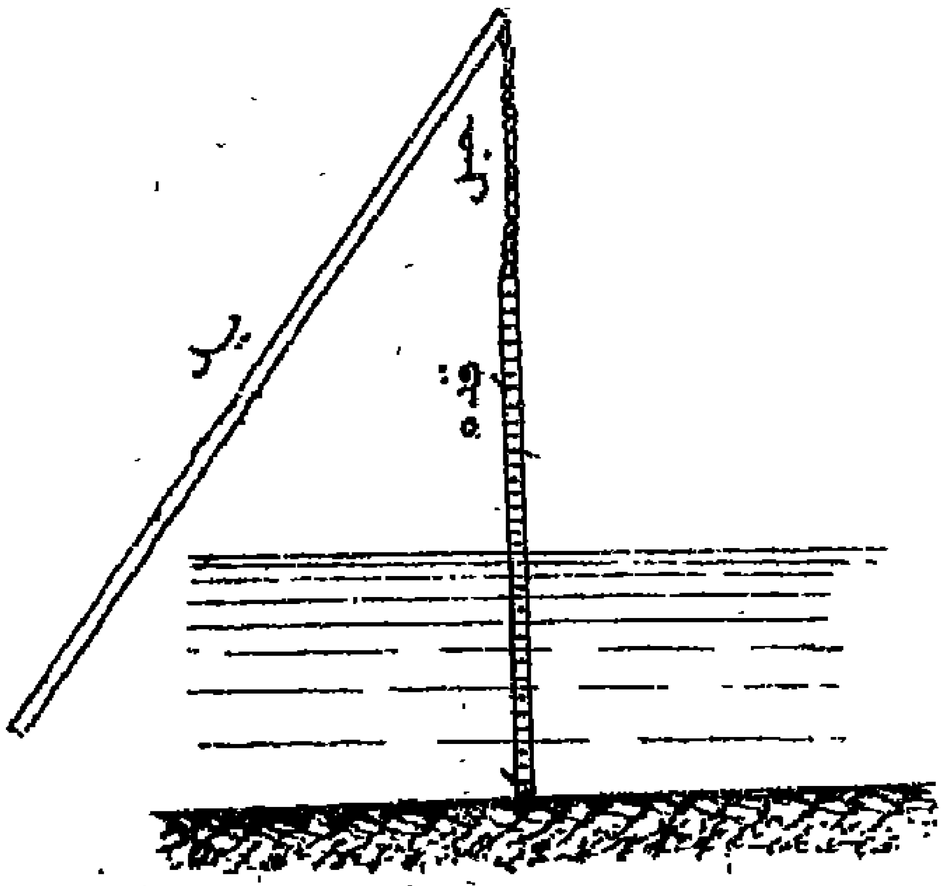
واذا كانت الترعة قليلة العرض كثيرة العمق وبها موانع كثيرة فيستخدم لذلك انفارا يعرفون السباحة جيدا فيأخذ العامل منهم قدة الجس بيده ويدليها فى الماء وهو سابح

وفى هذه الطريقة عيوب كثيرة منها انه يستحيل وضع القامة رأسية خصوصا اذا كان بالترعة تيار شديد وهذا شرط واجب ومنها احتمال دخول القدة فى القاع من تأثير الضغط عليها ومنها احتمال عدم وصول القدة للقاع

ولهذه الاسباب افتكر بعض المهندسين ان لا يستخدموا الانفار ويلتجأ للآلات بأن يستعمل قدة بأسفلها ثقل كاف لنزولها للقاع ويربط طرفها العلوى بحبل طويل يمسك بطرفيه من الشاطئين

الا ان هذه الطريقة تؤدى لخطأ كبير فى التقدير حيث ان الجس يدخل فى طين القاع بتأثير الثقل والضغوط الجانبية المنتقلة اليه من الحبل

وعندما تكون الترعة ضيقة جدا وعمق المياه بها ليس كبيرا افتكر بعضهم استعمال قدة مربوطة من اعلاها بحبل مربوط فى قدة ثانية تشبه سنارة الصيد تسمى بالشماط شكل ١١٢


شكل ١١٢

ولهذه الطريقة عيب جديد وهو صعوبة استعمالها اذا كانت الترعة واسعة نوعا اذ يلزم حينئذ أن تكون الايد طويلة وفى ذلك صعوبة زائدة على استعمالها بنفر واحد واستعمال رجلين لهذا الغرض ينشأ عنه فقد فى الزمن

وافضل الطرق فى عملية الجس هى الفلوكة اذا امكنت الحالة ثم الجس بالانفار فى الماء واذا أمكن تقليل المياه حتى يتيسر للرجل أن يقف برجليه على القاع فيكون ذلك اتم

وفى هذه الطريقة عيب آخر وهو كثرة الاختلاس لان النفر الذى بالماء يمكنه تعلية القدة ولا يتركها تصل للقاع أو يضع القدة على رجليه

ولتجنب هذا العيب ينبه المهندس على ان يكون متباعدا عن القدة بنحو نصف متر بأن يمسك القدة

بيد واحدة ويفرد ذراعه على آخر. وان يكون منتصب القامة و رجلاه رأسيتان فبذلك لا يمكنه ان يدفع القدة على رجليه

وبعد قراءة القدة يأمر المهندس بتركها و نفسها فتسقط الى ان تصل للقاع اذ لم تكن واصلة اليه من قبل ويمكن المهندس ان يشاهد ذلك بسرعة من حركة القدة في حالة نزولها

وزيادة الدقة والتشديد في مبدأ اليوم الجارى فيه العمل يعود العامل على تأدية اشغاله بالامانة وان كان في ذلك تعب للمهندس

تطهير ترعة بالكراكات

من بعد تسليم الترعة الصيفية كما في المثال الخامس للمقاول واعطائه الاذن بالتشغيل يسد فمها ويجفف المياه منها بأى طريقة كانت ويجرى عملية التطهير على الناشف وبعد نهو العملية يجرى استلامها

وعملية الاستلام ليست شيئا آخر خلاف عملية التسليم بل هى هى فاذا كان القاع جافا عملت الميزانيه وان كان به مياه ولو قليلة استعملت عملية الجس ثم يصير تعيين مناسيب القاع والفرق بين المناسيب المقرره للقاع وبين المناسيب التى وجدت يقابله مكعبات تخصم من المكعبات الأصلية وهناك طريقتان لذلك

الاولى ـ ان تقدر المسطحات المطابقة لارتفاعات الفرق وتطرح من اصل المسطحات

الثانيه ـ ان تطرح ارتفاعات الفرق من الارتفاعات الاصلية وتحسب المكعبات من واقع الارتفاعات الباقية

والطريقة الثانية هى المضبوطة أما الاولى وان كانت هى المستعملة فانها لصالح المقاول ولا يلزم اتباعها

وعادة لا يخصم من المقاول المكعبات التى تنشأ من فروقات مناسيب القاع التى مقدارها أقل من ٠٫٠٥ متر اذا كانت مرتفعة عن قاع التصميم اما اذا كانت أوطى منه فلا تحسب له على أى حال

أما اذا كان التطهير بالكراكات فانه يسمح للمقاولين بأن يخطوا بقدر ٠٫١٥ متر عن قاع التصميم وذلك لأنهم يشتغلوا بآلات ثقيلة تحت اعماق كبيرة

ولنعطى هنا صورة كشف الختامى عن الترعة المذكور حسابها الابتدائى فى صحيفة ١٤٢ محسوبا ذلك الكشف بطريقتين

الكشف الأول

مكعب	طول	متوسط	مسطح القطاع	اصل المسطح	مسطح الفرق	فرق الارتفاع	الارتفاع بعد التطهير	منسوب قاع التصميم	مسافات
			١,١٩٢	١,٤٠٦	٠,٢١٠	٠,١٠	٢,١٠	٢,٠٠	-
٢١٠,٢	٢٠٠		١,٩١٠	٢,٠٩٨	٠,١٨٨	٠,٠٩	٢,٠٨	١,٩٩	٢٠٠
٢٧٦,٦	٢٠٠		١,٨٥٦	١,٨٥٦	٠,٠٠٠	٠,٠٤	٢,٠٢	١,٩٨	٤٠٠
٢٤٨,٨	٢٠٠		٠,٦٢٢	٠,٩٢٢	٠,٢٠٠	٠,١٤	٢,١١	١,٩٧	٦٠٠
١٤١,٤	٢٠٠		٠,٦٨٢	١,٠٧٤	٠,٣٩٢	٠,١٨	٢,١٤	١,٩٦	٨٠٠
١٠٦٧,٠									

الكشف

الحساب السابق

مكعب	طول	متوسط مسطح	مسطح القطاع	عرض سفلي	ارتفاع الطرف	منسوب القاع بعد التطهير	منسوب القاع قبل التطهير	منسوب خط التصميم	مسافة من الفم
			١٫١٠٢	٢٫٠٠	٠٫٤٥	٢٫١٠	٢٫٥٥	٢٫٠٠	٠٠
٢٩٨٫١	٢٠٠		١٫٧٨٩		٠٫٦٧	٢٫٠٨	٢٫٧٥	١٫٩٩	٢٠٠
٢٥١٫١	٢٠٠		١٫٧٢٢		٠٫٦٥	٢٫٠٢	٢٫٦٧	١٫٩٨	٤٠٠
٢٢٨٫٤	٢٠٠		٠٫٥٦٢		٠٫٢٥	٢٫١١	٢٫٤٦	١٫٩٧	٦٠٠
١١٥٫٠	٢٠٠		٠٫٥٨٨		٠٫٢٦	٢٫١٤	٢٫٤٠	١٫٩٦	٨٠٠
٩٨٤٫٦									

والفرق بين ١٠٦٧ ، ٦ر٩٨٤ هو ٤ر٨٤ بين طريقتي الحساب وهو ناتج مما يأتي

لنفرض ان ﻫ ﻫ ر ط هو مسطح القطاع اللازم تطهيره شكل ١١٣ وان ﻫ ى و ع هو القطاع الذى صار تطهيره

شكل ١١٣

ففي طريقة الحساب الاولى حذفنا من مسطح القطاع الاصلى شبه المنحرف ى هـ ر ىَ المنسوب للارتفاع ﻫ ﺣ لنقطة ا تركنا القطاعين متوازى الاضلاع ط ع و ىَ بدون استحقاق

أما في الطريقة الثانية فأنا اعطيناه المساحة الحقيقية التي يشغلها وهي ﻫ ى و ع والمهندسون الذين يستعملون الطريقة الاولى مخطئون من غير شك

الاستلام

إذا أريد استعمال الطريقة الرسمية لاستلام الاعمال التي صار تشغيلها فتوجد صعوبات جمة في كيفية تطبيق نقط الجس في القطاعين الابتدائي والختامي كما في لوحة ٤

فاذا أريد حصر مسطح المساحة المحصورة بين خط القاع قبل التطهير وهو الاسود وبين خط القاع بعد التطهير وهو الاحمر لزم عمل عمليات حسابية طويلة جدا ولذلك وضعوا طريقة حسابية عملية صرف ولو أن بها فروضات عرضية لا يقبلها العلم إلا أن العمل يسلم بها وهي

شكل ١١٤

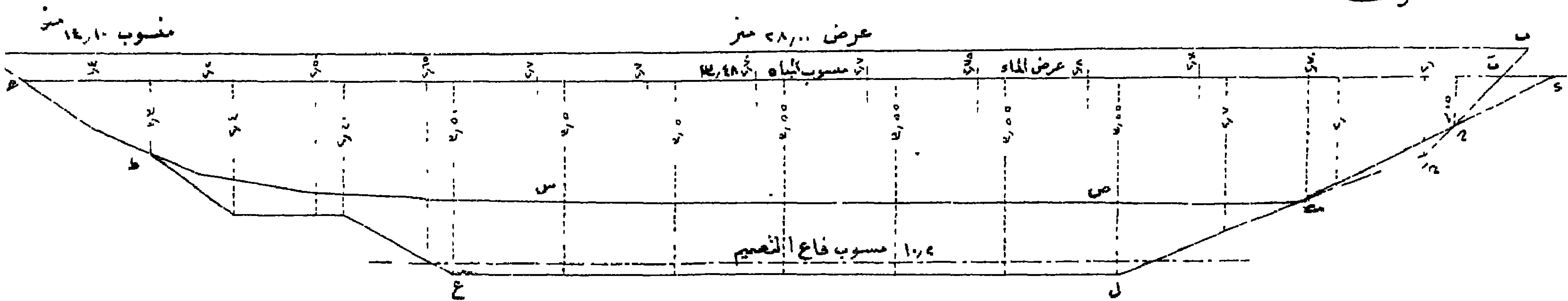
لنفرض أن ا ب ل قطاع ترعة قبل تطهيرها شكل ١١٤ ومنسوب سطح المياه ا ب هو ﻫ وأن ﺣ ى ع هو قطاع تلك الترعة بعد تطهيرها وان منسوب سطح المياه هو ﺣ فسواء انخفض سطح المياه أو ارتفع عن منسوبه الاصلي ﻫ يعتبر أن المساحة المحصورة بين سطح الماء في الحالة الاولى وبينه في الحالة الثانية عبارة عن شبه منحرف ارتفاعه فرق المنسوبين وقاعدتاه هما عرضي الماء

أي ان مساحة المسافة المحصورة بين الخط الاسود اب لوحة ٤ والخط الاحمر ﺣ ى

هي $\frac{اب + ﺣى}{٢}$ (١٤٫٠١ − ١٤٫٤٨)

قطاع ابتدائي ونهائي لترعة كذا على بعد كذا من الفم

لوحة ٤



مقاس الرسم $\frac{1}{100}$

ملحوظه - الخط هـ ى ع ط يرسم عادة في القطاعات العملية بالحبر الأحمر وكذلك المناسيب المكتوبة تحت الخط هـ ى

عمل هذا بمعرفتنا في ١٢ ديسمبر سنة ١٨٩٨

فلان
المهندس

وهذه المساحة تضاف على القطاع الابتدائى اذا ارتفع سطح الماء فى الختامى وتطرح من الابتدائى اذا انحط سطح الماء فى الختامى ليتحصل على سطح القطاع الابتدائى المعتبر فيه ان سطح مائه فى استواء سطح ماء القطاع الختامى

وبعبارة أخرى اذا طرحت مساحة شبه المنحرف اب جو لوحة ٤ من سطح القطاع الابتدائى اب ص س ٢ يبقى سطح الشكل هـ ت ص س الذى هو سطح القطاع الابتدائى بجعل سطح الماء فيه فى استواء سطح الماء فى القطاع الختامى

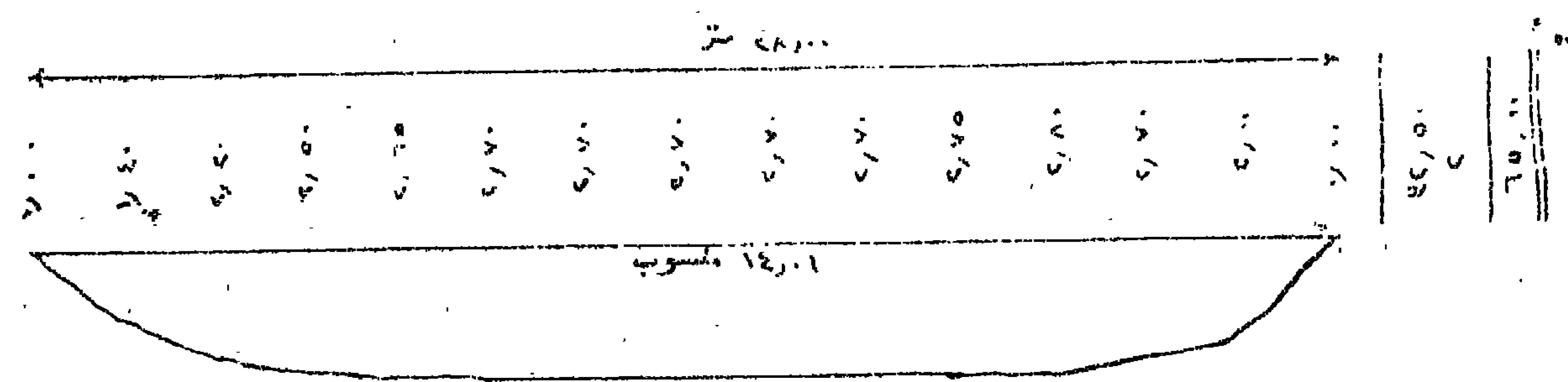
فاذا طرحت هذه المساحة الباقية من سطح القطاع الختامى فالباقى يكون هو السطح الذى صار تطهيره بما فيه ى ت ٥ / ٥ ٥ ـ والشكل ـ ص س ط ع ل ـ

ويمكن اختصار ما ذكر بالعبارة الآتية

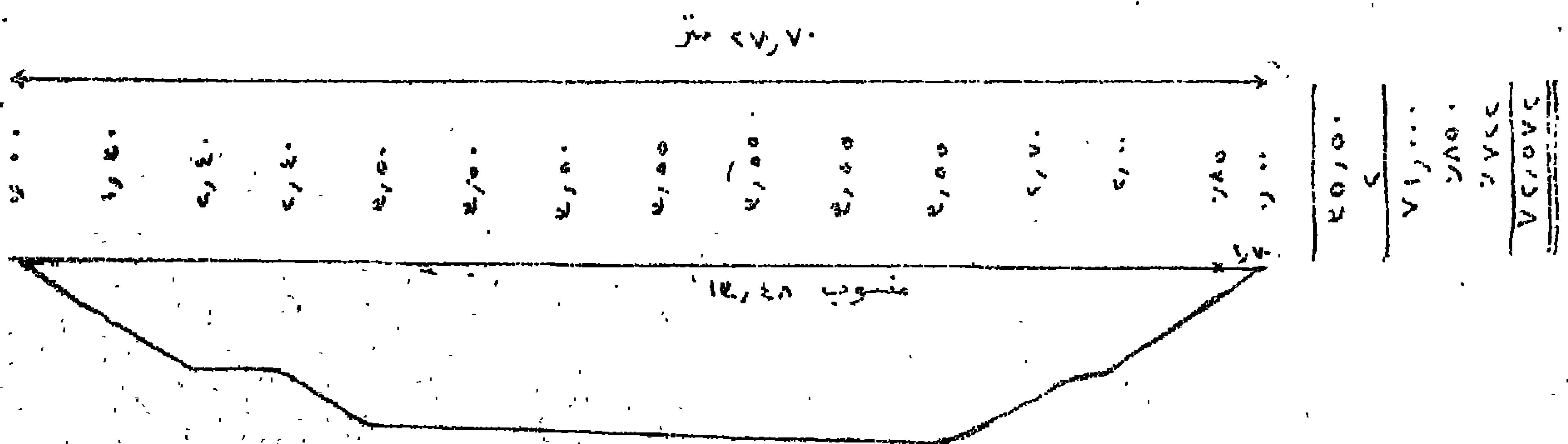
لمعرفة سطح التطهير يصير تحويل سطح القطاعين قبل وبعد التطهير لمنسوب ماء واحد والفرق بينهما يكون هو السطح المطلوب

ولنطبق ذلك على لوحة ٤ فنقول

يستخرج سطح القطاع الابتدائى بسهولة هكذا



ويستخرج كذلك سطح القطاع الختامى هكذا



وحيث ان سطح الماء فى القطاع الختامى أوطى منه فى الابتدائى بقدر

١٤,٠١ - ١٢,٤٨ = ١,٥٢ متر

فيطرح من القطاع الابتدائي هذه المساحة

٠٫٥٣ [(٢٧٫٧٠ + ٢٨) / ٢] = ١٤٫٧٦٠

ويكون مسطح قطاع التطهير هو

٧٢٫٥٧٢ − [٦٥٫٠٠ − ١٤٫٧٦٠] = ٢٢٫٣٣٢ متر مربع

ملحوظة - المقدار ٢٢٫٣٣٢ متر الذي تحصلنا عليه هو ما صار تشغيله حقيقة ولكن يلزم ان يستنزل منه ما انحط عن قاع التصميم ويسمحون عادة في شغل الكراكات ان ينحط القاع عن التصميم بقدر ٠٫١٥ متر فقط ففي لوحتنا منسوب قاع التصميم ١٠٫٢٠ فجميع النقط التي انحطت عن منسوب ١٠٫٠٥ تخصم مكعباتها من المقاول وها هي طريقة الوصول الى ذلك

حيث ان منسوب سطح الماء ١٤٫٤٨ ومنسوب القاع الذي سيصير حساب المكعبات على حسبه هو ١٠٫٠٥ فالارتفاعات اللازم دخولها في الحسابات تكون ٤٫٤٣ فقط وكلما زاد عن ذلك يخصم وطريقة العمل هكذا

[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
										[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

وعليه فالمسطح اللازم احتسابه بلوحتنا هو

٢٢٫٣٣٢ − ١٫٤٢٨ = ٢٠٫٩٠٤

والجدول الآتي يبين مكعبات تطهير جزء من الترعة الاسماعيلية في سنة ١٨٩٨

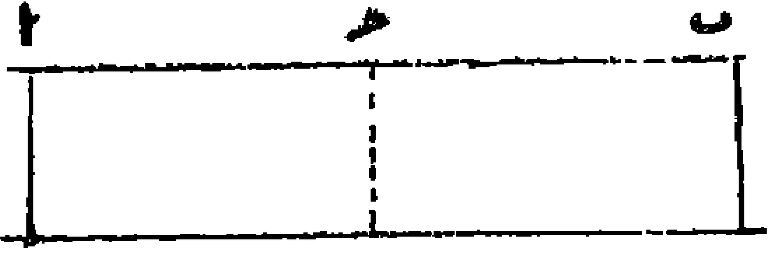
[illegible]	طول المسافة	مسطحات قطاعات التطهير	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	عرض سطح الماء			مناسيب المياه			[illegible]
										المتوسط	بعد التطهير	قبل التطهير	الفرق	بعد التطهير	قبل التطهير	
٦٢٥٤	٢٠٠	٤١٫٧٧	٧٨٫٢٥	٠٫٠٠	٧٨٫٢٥	٤٦٫٤٨	٥٧٫٤٠	١٠٫٨٢	٢٩٫١٥	٢٨٫٥	٣٠٫٠٠	٠٫٤٧	١٤٫٧٢	١٤٫٠٩	١٠٠	
٦٦٥٧	٢٠٠	٢٨٫٨٤	٧٤٫٦٠	٠٫٠٠	٧٤٫٦٠	٤٥٫٧٧	٥٦٫٦٠	١٫٨٤	٢٨٫٥٠	٢٨٫١٠	٢٩٫٠٠	٠٫٣٨	١٤٫٧٠	١٤٫٠٨	٣٠٠	
٦٢٣٠	٢٠٠	٤١٫١٥	٧٧٫٠٥	٠٫٠٠	٧٧٫٠٥	٤٥٫٩٠	٥٨٫٠٠	١٢٫١٠	٣٠٫٢٥	٢٩٫٥	٣١٫٠٠	٠٫٤٠	١٣٫٦٧	١٤٫٠٧	٥٠٠	
٦٤٨٤	٢٠٠	٣٢٫٤٢	٧٧٫٩٠	٠٫٠٠	٧٧٫٩٠	٤٥٫٤٨	٥٧٫٩٨	١٢٫٥٠	٣٠٫٥٠	٣٠٫٠	٣١٫٠٠	٠٫٤١	١٣٫٦٥	١٤٫٠٦	٧٠٠	
٢٤٨٢٤																

وفي هذا الجدول اخذنا القطاعات في منتصف المسافة الواقعة بين كل قطاعين

وفي الواقع

وفي الواقع فان مساحة القطاع ه تساوى نصف مجموع مساحة القطاع ب والقطاع ا فبدل ما نأخذ مساحة القطاعين ب ، ا ونأخذ نصف مجموعها يمكننا ان نقدر مساحة القطاع المتوسط بينها مباشرة وهذه الطريقة مستعملة عند كثير من المهندسين الآن الطرق التي استعملت في الجداول السابقة تفضل عن هذه

شكل ١١٥



فوائد عمومية

أنه لتتميم الفائدة نذكر ما يأتي

أن الطريقة المتبعة المهندسون في عمل القطاعات اللازمة لمعرفة مكعبات التطهير هي انهم يرسمون تلك القطاعات بمقياسين مختلفين فيجعلون مقياس الرأسيات غير مقياس الافقيات ولا يخفى ما في ذلك من عدم الموافقة للغرض ولذلك وضعت القواعد الآتية

أولا ـ قطاعات الترع التي تبين قاعها وجسورها يجب ان تكون بمقياس $\frac{1}{100}$ أو $\frac{1}{200}$ وليس أكثر من ذلك فاذا كان المقياس $\frac{1}{200}$ وكان عمق الطمى ٥٠ متر فمن البديهي أنه لا يمكن رقم عمق الطمى فوق خط القاع الأصلي فلا بأس حينئذ من رقمه في أسفل ذلك الخط

ثانيا ـ هذه الملحوظات لا يعمل بها في قطاعات جسر البحر الأعظم لأن هذه القطاعات يجب ان تكون بالضرورة على نسبتين مختلفتين

ثالثا ـ كل قطاعات الترع الكبيرة التي تشمل قاع الترعة وجسورها يجب أن تكون بمقياس $\frac{1}{200}$ أما القطاعات المبين فيها القطاع المحفور فقط فتكون بمقياس $\frac{1}{100}$

رابعا ان الطريقة الجارى عليها المهندسون في رقم مسافات القطاعات العرضية هي غير موافقة أيضا فان بعد القطاع عندهم هو المسافة الكائنة بينه وبين القطاع الذى قبله فيقولون أن بعد قطاع كذا مثلا ٤٠٠ متر عن القطاع الثاني والثلاثين الكائن بالقرب من ساقية فلان فهذه الطريقة غير مستحسنة لأنه اذا أراد المقاول مثلا الاطلاع على القطاعات المبينة في الرسم الموضوع بهذه الكيفية او رغب المهندس معرفة منسوب قاع الترعة فيلتزم ان يبسط الرسم على واقع طول كل أرقام القطاعات التى عددها اثنين وثلاثين ويجمع تلك الارقام فيحصل المطلوب ولا يخفى ما في ذلك من الصعوبة وضياع الوقت سدى فللتخلص من ذلك يقتضى تعيين بعد أي قطاع بالامتار بالنسبة لموقعه من فم الترعة الذى يجب أن يكون صفرا وليس من القطاع الذى قبله

فيقال مثلا أن بعد قطاع نمرة ٣٣ هو ٣٥٠٤٧ متر من الفم وعلى مسافة ٧٥ متر خلف ساقية مجازى وهلم جرا

فهرست الجزء الثانى من دروس الطبوغرافيا لتلامذة السنة الثانيه
من مدرسة المهندسخانه

صحيفة

صحيفة

صحيفه